boisement des savanes en afrique

texte des conférences du

cours de formation fao/danida
sur les pépinières forestières
et les techniques de plantation
en savane africaine

et communications présentées au

colloque sur le boisement
des zones de savane

avec le concours de

l'organisme danois pour le développement international

kaduna, nigéria, 1976

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome 1981

M-33

ISBN 92-5-200273-1

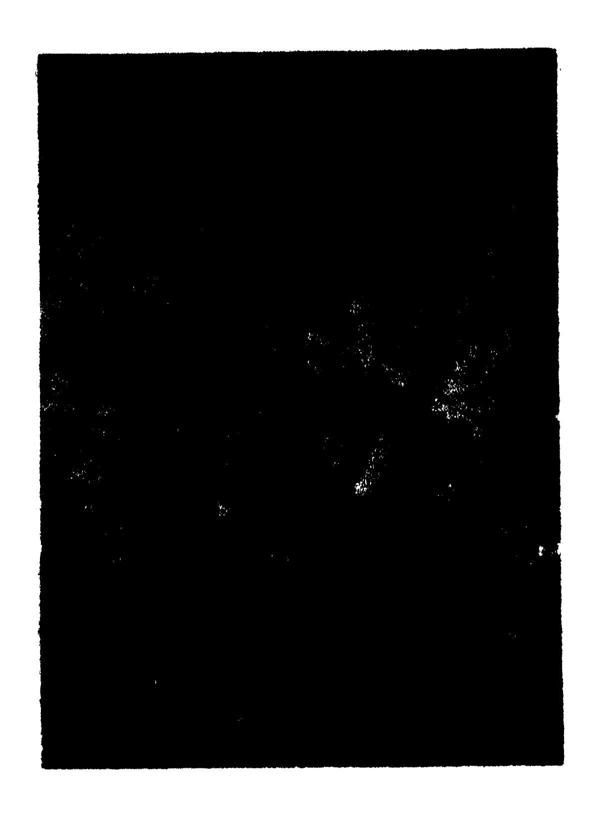
Le présent rapport est la conséquence de l'organisation d'un Cours de formation sur les pépinières forestières et les techniques de plantation en savane africaine, qui aurait dû être tenu à Kaduna (Nigeria) du 7 février au 12 mars 1976, sur l'invitation du Gouvernement du Nigeria, et financé par l'Organisme danois pour le développement international (DANIDA) et l'Institut de recherche forestière du Nigeria. 1/ Ce cours était organisé en collaboration avec l'Institut de recherche forestière et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et il devait se tenir conjointement avec le Colloque sur le boisement en savane organisé par l'Institut de recherche forestière, une partie du cours de formation devant se dérouler simultanément au colloque. Regrettablement, la fermeture des frontières internationales du Nigeria à la suite de troubles politiques survenus dans le pays a contraint à annuler le cours de formation. Le colloque a été tenu comme prévu, mais avec une participation réduite.

Le cours de formation devait être le dernier d'une série financée par DANIDA et portant sur différents aspects de l'établissement de plantations forestières en faisant une place particulière à l'amélioration des arbres et à la manutention des semences. Dans cette série, des cours organisés au Danemark (1966) et au Kenya (1973) sur l'amélioration des arbres forestiers ainsi qu'en Thaïlande (1975) sur la collecte et la manutention des graines forestières, ont été couronnés de succès.

Bien qu'il n'ait pas été possible d'atteindre au moins deux des principaux objectifs du cours de formation - à savoir effectuer des démonstrations de techniques satisfaisantes d'installation de pépinières et de plantations en savane africaine et faciliter les échanges réciproques d'idées et de résultats entre participants francophones et anglophones -, on a estimé que la reproduction et la distribution des notes et des communications préparées en vue du cours de formation et du colloque rendraient un service précieux. Le présent rapport (imprimé en langues française et anglaise) contient donc une série de notes de conférence rédigées préalablement au cours de formation, les principales communications présentées au colloque et les exposés nationaux qui représentaient la contribution de ceux qui devaient participer au cours. Les conférences étaient destinées à compléter, et non pas à reproduire, le contenu du livre "Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines" (Collection FAO: mise en valeur des forêts, no. 19 par M. M.V. Laurie, 1975): le lecteur se reportera donc utilement à ce document pour des informations complémentaires. Une partie du colloque a été consacrée à la présentation d'un certain nombre de brèves études de cas sur différents aspects de la plantation de pins, de margousiers et d'eucalyptus dans la savane nigériane. Seuls les résumés de ces études de cas sont reproduits ici; il est possible de s'en procurer le texte complet en s'adressant à l'Institut de recherche forestière à Ibadan. Quelques textes de conférences et communications ont été abrégés aux fins d'insertion dans le présent rapport, notamment dans les cas où il y avait des doubles emplois. L'ordre de présentation adopté ici s'écarte de celui qui était prévu pour le colloque et le cours de formation, et toutes les communications portant sur un sujet donné ont été regroupées.

Nous exprimons notre gratitude à l'Institut de recherche forestière du Nigeria qui nous a autorisé à publier les communications préparées pour le Colloque sur le boisement en savane. Nous remercions également cet institut, et plus particulièrement les membres de son personnel qui travaillent à la Station de recherche forestière en savane de Samaru, des nombreuses dispositions prises à l'échelon local en vue du cours de formation; nous tenons à remercier aussi les services forestiers de Kaduna, de Kano et de l'Etat du Nord-Est de la fourniture d'une assistance analogue, à savoir l'organisation des voyages d'étude qui étaient prévus. Le soutien du projet forestier FAO/PNUD à Samaru, des bureaux du PNUD de Kaduna et de Lagos, ainsi que du Conseiller agricole principal de la FAO ont été extrêmement précieux et nous leur exprimons ici notre profonde gratitude. Nous remercions aussi les nombreux auteurs des communications préparées pour le colloque et des notes de conférences rédigées en vue du cours de formation car, sans leurs efforts, la préparation du présent rapport aurait été impossible. Enfin, nous tenons à exprimer à ceux qui devaient participer au cours de formation notre profond regret des désagréments et de la déception que leur a causé l'annulation forcée du cours.

1/ Alors Département fédéral de la recherche forestière.



Les savanes boisées naturelles ont un matériel sur pied et une croissance faibles et sont composées d'espèces à mauvaise conformation comme le Uapaca togoensis et l'Isoberlinia doka des savanes guinéennes septentrionales que l'on voit sur cette photographie.

On peut transformer les savanes en plantations forestières à croissance rapide en choisissant judicieusement les espèces exotiques sur des sites disponibles et en utilisant des méthodes intensives de culture. Un exemple en est donné ici avec ce peuplement d'Eucalyptus cloesiana de huit ans à Afaka au Nigeria.

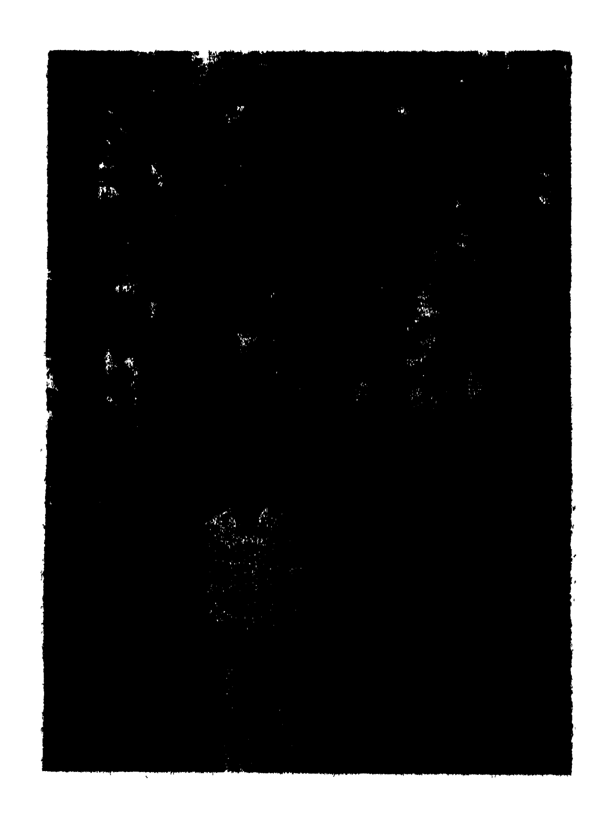


TABLE DES MATIERES

DEFINITION, CLASSIFICATION ET ETENDUE DE LA SAVANE AFRICAINE 1/

C.F.A. Onochie
Onitsha, Nigeria

TABLE DES MATIERES

DEFINITION

Le terme "savane" vient de l'espagnol Zavana ou Cavana et serait d'origine antillaise. Il désigne toute plaine herbeuse parsemée d'arbres, notamment dans les régions tropicales et subtropicales. On l'utilise aussi pour qualifier des étendues planes couvertes d'une végétation basse ou toute surface herbeuse vaste des régions tropicales et subtropicales parsemée d'arbres et d'arbustes épineux.

Richards (1952) en donne la définition suivante et fait des remarques sur la place vraisemblable des savanes du point de vue écologique. "La savane est le nom donné aux communautés végétales de physionomie et de types variés que l'on rencontre sous des climats très divers. Certaines constituent des stades d'une série, d'autres sont certainement des climax stables. Il se peut que les savanes où les arbres sont dominants (avec ou sans tapis de graminées continu) soient des climax d'origine climatique, mais il faut considérer de nombreux types de savane comme des pyro-climax... Les savanes ouvertes composées d'arbres poussant en formation dispersée ou parfois en boqueteaux, ainsi que les étendues herbeuses sans arbres, peuvent provenir de la dégradation de la forêt dense ou claire sous l'effet de cultures ou des feux excessifs. Mais, dans certains cas, il s'agit vraisemblablement d'un climax édaphique dû à des conditions pédologiques locales défavorables à la croissance des arbres. Bien que l'on connaisse mal la nature des facteurs qui entrent en jeu, l'alternance saisonnière des phases de saturation du sol avec une aridité qui s'étend sur le reste de l'année intervient probablement dans certains cas. Comme on ne peut guère trouver de justification à la thèse selon laquelle les étendues herbeuses des régions de basse altitude constituent un climax d'origine climatique en équilibre avec un climat tropical de zone à graminées, on ne peut considérer que les étendues herbeuses ont leur place dans l'écotone climatique naturel qui va de la forêt dense tropicale au désert".

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane.

Schimper (1903) donne les définitions suivantes:

La forêt de savane est le plus souvent sans feuilles pendant la saison sèche, se compose rarement d'arbres à feuillage persistant, est de caractère xérophile, avec des arbres qui généralement n'atteignent pas 20 mètres de haut forment une forêt-parc, avec un sous-étage très pauvre en espèces ligneuses, en lianes et en épiphytes, mais riche en graminées terrestres, notamment en herbes".

"Les peuplements à épineux ressemblent par leur feuillage et leur hauteur moyenne, à la forêt de savane. Ils sont toutefois plus xérophiles, très riches en espèces de sous-étage et en lianes aux tiges minces, pauvres en graminées terrestres, notamment en herbes, et habituellement dépourvus d'épiphytes, mais toujours abondants en épineux".

Utilisé dans une acception plus large et dans le contexte africain, le terme peut recouvrir les différents types de végétation tropicale, depuis les types relativement secs jusqu'aux types semi-arides compris entre la forêt tropicale humide de la région équatoriale et les déserts, au nord et au sud. Il s'agit de types de transition très variés allant de la savane boisée, comprenant la savane dite dérivée (Keay 1959), à la steppe semi-aride clairsemée d'arbres dont surtout des espèces d'Acacia. Cette ceinture s'étend pratiquement de l'équateur à des latitudes comprises entre 25° et 30° au nord comme au sud.

Une saison sèche marquée est la caractéristique climatique distincte de la savane. Le cycle des pluies résulte du déplacement de la ceinture terrestre des courants aériens vers le pôle en été et vers l'équateur en hiver. En savane, la pluviosité sur un ou plusieurs mois, est inférieure à 60 mm. Le climat est chaud avec un court été pluvieux et un hiver sec. Dans les zones de fortes précipitations, on observe une saison des pluies (jusqu'à 1 000 et 1 500 mm, interrompue par une saison sèche marquée).

La savane se présente généralement comme une plaine ondulée, tapissée de hautes herbes avec quelques arbres ça et là. La couverture boisée va du couvert continu en bordure de la forêt dense, où il n'y a eu que peu d'intervention humaine, aux étendues herbeuses très ouvertes pointillées de nombreux (ou très rares) arbres nains. Ces dernières apparaissent aux limites du désert et dans les régions où soit une culture excessive, soit une pratique extensive des brûlis, soit encore le surpâturage a fait disparaître la couverture boisée originelle.

L'herbe y est par endroits, très haute (de 1,5 à 4,5 mètres), surtout là où pousse l'herbe à éléphant (Pennisetum purpureum), pendant la saison des pluies. A l'autre extrême, l'herbe est très courte, (30 cm à peine).

Afin de combattre les effets de la longue et chaude saison sèche, la végétation de la savane se caractérise par toute une série d'adaptations: feuilles caduques, vernissées, écorces épaisses ou liégeuses, branches épineuses feuilles petites, formes cactées, organes de stockage, systèmes radiculaires extensifs et longs, etc...

On peut distinguer aisément plusieurs types floristiques, comme ceux des forêts claires à Daniellia - Parkia, à Daniellia - Hymenocardia - Lophira et Combretum qui sont caractéristiques de certaines zones d'Afrique centrale, ceux des peuplements clairs d'Acacia qui couvrent de vastes zones dans l'est et l'ouest africain comme en Afrique centrale, ceux des savanes à palmiers Hyphaene, et ceux des savanes à Borassus qui sont inféodés aux sites inondés saisonnièrement.

CLASSIFICATION

S'il n'est pas tout à fait vrai de dire qu'il y a autant de classifications que de chercheurs dans ce domaine, on ne saurait nier que la documentation sur la végétation africaine est très riche en systèmes de classification et de noms utilisés par les divers chercheurs pour les différents types de végétation (Küchler 1970). La plupart du temps, plusieurs noms sont donnés au même type de végétation, ce qui est inévitable, vu l'immensité du sujet, le manque général de communication et de consultation entre chercheurs, la foule de types de végétation et de formes de vie rencontrés sur le terrain et la volonté de chaque chercheur de cartographier les types qui lui apparaissent distincts et séparés dans son secteur d'opération, alors qu'il peut s'agir de types très mineurs ou sans signification dans le contexte global du continent. La situation est d'autant plus embrouillée qu'il n'existe pas de critère universellement accepté pour la classification. Les uns se fondent sur le climat, les autres sur le sol, la situation géographique générale, la physionomie de la végétation, ou encore les divisions phyto-chronologiques (Phillips 1959, Monod 1957, Keay 1956).

Au Nigeria, ce problème est résolu depuis que la plupart des chercheurs ont accepté la classification proposée par A.P.D. Jones et R.W.J. Keay (Jones 1945, Jones et Keay 1946, Keay 1953), qui répartit la savane du Nigeria comme suit (du sud au nord) (voir Figure 1):

Savane dérivée

Savane guinéenne méridionale

Savane guinéenne septentrionale

Savane soudanienne

Savane sahélienne

et coïncide avec celle adoptée par les chercheurs français dans les régions voisines de l'ouest africain.

De jeunes chercheurs nigériens ayant à juste titre contesté la validité des bases de cette classification, une autre, fondée sur les recommandations de la Réunion de spécialistes du conseil scientifique pour l'Afrique au Sud du Sahara en matière (C.S.A.) de phytogéographie à Yangambi (C.S.A. 1956, Boughey 1957) et sur la carte de la végétation de l'Afrique de l'Association pour l'étude taxonomique de la Flore d'Afrique tropicale (A.E.T.F.A.T.) a été adoptée par Charter (1970) pour l'établissement d'une nouvelle carte de végétation du Nigeria qui est incluse dans l'Atlas National de ce pays.

La réunion de Yangambi visait à:

1. "établir une terminologie commune pour tous les phytogéographes africains,
2. "limiter cette terminologie à la seule végétation africaine, et
3. "exclure de la nomenclature africaine certains des termes utilisés dans d'autres régions du monde pour illustrer différents types de végétation dont l'homologie n'est pas confirmée".

Les participants à cette réunion ont approuvé la proposition d'illustrer, notamment par des diagrames de profils, la description des différents types de végétation ou de communautés végétales. Ils ont conclu que, dans l'intérêt d'une coordination hautement souhaitable, des définitions essentiellement physionomiques des différents types de végétation étaient absolument nécessaires. La réunion a donc recommandé l'adoption d'un système général de classification fondé sur ce principe, en laissant toutefois aux phytogéographes, le soin d'employer en fonction des conditions locales, des termes physionomiques intermédiaires correspondant aux différentes transitions reconnaissables sur le terrain et de choisir la désignation de certaines formations très particulières.

Deux grands groupes de formations végétales ont été distingués, à savoir:

1. Les formations forestières fermées, y compris les "fourrés", ces derniers étant décrits comme "une végétation arbustive, à feuillage persistant ou caduc, habituellement plus ou moins impénétrable, souvent en touffes, sans strate herbeuse ou avec strate herbeuse discontinue". (Certains fourrés, comme celui à <u>Combretum micranthum</u>, entrent dans notre définition de la savane).

2. Les formations mixtes forestières et graminéennes et les formations graminéennes.

Le présent colloque porte sur ce dernier groupe, qui comprend quatre subdivisions principales:

1. La "forêt claire" définie comme une forêt à couvert discontinu; strate d'arbres petits ou moyens à feuillage caduc dont les houppiers se touchent plus ou moins, le couvert demeurant clair, strate herbeuse parfois éparse parfois mélangée à une végétation herbacée et suffrutescente.

2. La "savane", définie comme une formation de graminées d'au moins 80 cm de haut, formant une couche continue et dominant une strate plus basse, habituellement brûlée chaque année, herbes à feuilles plates, basilaires et caulinaires, présence, en général, de plantes ligneuses. La savane se subdivise en:

   a) Savane boisée, comportant des arbres et des arbustes formant un couvert léger;

   b) Savane arborée, comportant des arbres et des arbustes dispersés;

   c) Savane arbustive;

   d) Savane herbeuse, dans laquelle on ne trouve généralement ni arbres ni arbustes.

3. La "steppe" définie comme une formation herbacée ouverte, parfois parsemée de plantes ligneuses, d'ordinaire non incendiée, composée d'herbes vivaces, largement espacées, d'une hauteur souvent inférieure à 80 cm aux feuilles étroites, enroulées ou repliées, principalement à basilaires, entre lesquelles abondent souvent des plantes annuelles. La steppe se subdivise en:

   a) Steppe boisée/ou arbustive, comportant des arbres (le plus souvent de petite taille);

   b) Steppe à arbustes nains;

   c) Steppe à succulents;

   d) Steppe à graminées ou herbeuse où les arbres et les arbustes sont pratiquement absents.

4. La "Prairie" se subdivise en:

   a) Prairie aquatique;

   b) Prairie marécageuse;

   c) Prairie altimontaine.

A la suite de cette réunion, Keay et d'autres auteurs (1958) ont publié, avec l'aide de l'Unesco une "carte de la végétation africaine au sud du Tropique du Cancer" pour le compte de l'Association pour l'Etude Taxonomique de la Flore d'Afrique Tropicale (A.E.T.F.A.T.), laquelle a servi de base pour la carte publiée dans "Méthodes de ..." (Laurie, 1975). En tout, 35 types répartis en 19 grands groupes sont identifiés, dont les suivants s'inscrivent dans notre définition:

A.
- 8. Mosaïque forêt - savane
- 9. Mosaïque côtière - forêt - savane

B.
- 10. Forêt sèche décidue (à savane): avec abondance de *Baikiaea plurijuga*.
- 11. Forêt sèche décidue (à savane): types de Madagascar.

C.
- 12. Fourrés: type Itigi
- 13. Fourrés: types Madagascar
- 14. Fourrés: types sempervirents Ethiopie

D.
- 16. Types non différenciés: types relativement humides
- 17. Aires septentrionales: avec abondance d'*Isoberlinia doka* et d'*Isoberlinia tomentosa*
- 18. Aires sud-orientales: avec abondance de *Brachystegia* et de *Julbernardia*
- 19. Aires sud-occidentales (pour la plupart sur sable du Kalahari): avec abondance de *Brachystegia*, de *Julbernardia*, de *Cryptosepalum pseudotaxus*, de *Guibourtia coleosperma* et zones de steppe (type N° 24)

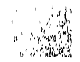
E.
- 20. Types non différenciés: types relativement secs
- 21. Types éthiopiens
- 22. Avec abondance de *Colophospermum mopane*

F.
- 23. Savane herbeuse et steppe herbeuse de Madagascar
- 24. Steppe herbeuse sur sable du Kalahari

G.
- 25. Steppe boisée avec abondance d'*Acacia* et de *Commiphora*
- 26. Steppe herbeuse avec touffes de fourré: type Ouganda occidentale
- 27. Steppe herbeuse: type Luanda

I.
- 28. Steppe à succulents du Karoo

J.
- 29. Steppe subdésertique: arbustes et graminées du Karoo
- 30. Steppe subdésertique: de transition et mélangée du Karoo
- 31. Steppe subdésertique: types tropicaux.



5. Peuvent s'y ajouter:

- Prairie de montagne
- Prairie subtropicale et
- Bambosaie d'Oxytenanthera.

Une deuxième édition de cette carte (A.E.T.F.A.T.) est en préparation qui tiendra compte des modifications et critiques adressées à la première édition (White, sous presse). Un rapport publié dans l'intervalle (White 1974) nous apprend qu'il y a à l'heure actuelle 60 unités cartographiques (contre 35 dans la première édition). Ce nombre a été réduit à 14 dans le rapport, dont les suivants représentant les types de savane:

6. Forêt claire et prairie arborée à feuillus
7. Forêt claire, prairie arborée et végétation semi-désertique à épineux (Acacia)
8. Formation arbustive semi-désertique du Karoo-Namib
9. Savane herbeuse

Auxquels on pourrait ajouter:

Les fourrés à feuillage caduc.

ETENDUE DE LA SAVANE

La savane occupe une grande partie de l'Afrique. Selon Shantz et Marbut (1923), les trois principaux types de végétation occupent respectivement les aires suivantes:

	Superficie (en km^2)	Pourcentage
- Forêt	5 326 853	18,4
- Prairie	12 267 276	42,3
- Désert	11 413 871	39,3
- Superficie terrestre totale (lacs et île de de Madagascar exclus)	29 008 000	100,0

Dans l'Ouest africain, la zone de savane s'étend de la Mauritanie, du Sénégal et de la Gambie à l'ouest, au travers du Mali, de certaines parties du nord de la Guinée, de la Côte-d'Ivoire, du Ghana, du Togo et du Bénin, de la Haute Volta, du Niger jusqu'aux quatre cinquièmes du Nigeria[1/] septentrional, du Tchad et au nord du Cameroun. Elle se poursuit au Soudan et au travers de la plus grande partie de la corne orientale de l'Afrique (Ethiopie, Territoire des Afars et des Issas, Somalies et Socotra), puis vire au sud où les trois pays de l'Afrique orientale, le Kenya, l'Ouganda et la Tanzanie, et à l'ouest au Ruanda, au Burundi, au Zaire (jouxtant la périphérie du massif forestier central et au Gabon (15% de la superficie du territoire), après, quoi elle s'étend en éventail vers le sud en direction de l'Angola, la Zambie et du Malawi, du Mozambique, de la Rhodésie, du Botswana, de la Namibia et de la partie septentrionale de l'Afrique du Sud. On la retrouve aussi au Lésotho et au Swasiland sous forme de savane à graminées, à épineux ou de savane boisée à essences ligneuses mélangées. La plus grande partie de l'Ile de Madagascar est couverte d'une savane, à graminées et à fourrés, due peut-être à une grave dégradation de la forêt par les cultures et les feux.

1/ L'étendue réelle de la savane représente au Nigeria 86,4% de la superficie des terres (Anon., 1974).

Il n'est ni possible, ni même souhaitable, de décrire en détail, dans un document aussi bref, tous les types de savane existant dans tous les pays où on la rencontre. Ce qui nous a paru bon toutefois, c'est de conclure en présentant dans le tableau suivant une comparaison entre la nouvelle classification de la végétation de la savane nigériane adoptée par Charter (1970) et celle élaborée par Keay et d'autres auteurs.

Tableau 1

Charter	Keay et Jones	Rosewear (1953) et autres auteurs
Mosaïque forêt-savane	Savane dérivé	Savane guinéenne
Savane boisée à légumineuses mélangées		
a) à dominance d'Afzelia africana	Savane guinéenne méridionale	Savane guinéenne
b) à dominance d'Isoberlinia doka et d'I. tomentosa	Savane guinéenne septentrionale	Savane guinéenne
c) à dominance de Burkea africana	- ditto -	- ditto -
d) comprenant toutes les espèces ci-dessus	- ditto -	- ditto -
Forêts claires à Combretacées mélangées à dominance de Combretum nigricans ou d' Anogeisus leiocarpus	Savane soudanienne	Savane soudanienne
Forêts claires à Acacias mélangés à dominance d'Acacia senegal		
Savane boisée non différenciée	Savane soudanienne	Subdivision de la savane soudanienne de Clayton (1957) et d'autres auteurs
Steppe boisée tropicale	Savane sahélienne	Savane sahélienne
Savane herbeuse des plateaux (savane herbeuse d'altitude moyenne)	Végétation montagnarde	-

BIBLIOGRAPHIE

Anonymous 1974 — Agricultural Development in Nigeria 1973 - 1975, Lagos.

Boughey, A.B. 1957 — The physiognomic delimitation of West African Vegetation types Journ. W. Africa Sc. Assoc. 3, 148 - 165.

Charter, J. R. 1970 — Nigerian Vegetation (Ecological Zones) National Atlas of Nigeria - in press.

Clayton, W.D. 1957 — A preliminary survey of soil and vegetation in Northern Nigeria. Internal Report. Ministry of Agriculture, Northern Nigeria.

C.S.A. 1956 — Réunion de spécialistes du C.S.A. (Conseil Scientifique pour l'Afrique au Sud du Sahara) en matière de phytogéographie. Yangambi, C.S.A. Publication N° 22.

Jones, A.P.D. 1945 — Notes on terms for use in vegetation description in Southern Nigeria. Farm and Forest 6, pp. 130-136.

Jones, A.P.D. and Keay, R.W.J. 1946 — Descriptive terms for the vegetation of the drier parts of Nigeria. Ibid. 7, pp. 36-40.

Keay, R.W.J. 1953 — An outline of Nigerian vegetation ed. 2. Lagos.

Keay, R.W.J. 1956 — African vegetation. Economic atlas of Africa. Oxford.

Keay, R.W.J. et al. 1958 — Vegetation map of African south of the Tropic of Cancer. Oxford.

Keay, R.W.J. 1959 — Derived savannah - derived from what? Bull, IFAN TXXI, Ser. A, N° 2. 427-438

Kuchler, A.W. 1970 — Vegetation maps of Africa, South America and the world (General). Kansas, U.S.A.

Monod, Th. 1957 — Les grandes divisions chronologiquesde l'Afrique. CSP Publication N° 24.

Phillips, J 1959 — Africa south of the Sahara. Agriculture and ecology in Africa. London.

Richards, P.W. 1952 — The tropical rain forest Cambridge.

Rosevear, D.R. 1953 — Vegetation, forestry and wildlife in Nigeria. Nigerian Handbook. London.

Schimper, A.F.W. 1903 — Plant geography upon a physiological basis. Oxford.

Shantz, H.L. and Marbut, C.F. 1923 — The vegetation and soils of Africa. Amer. Geogr. Soc. Res. Ser. 13.

White, F. 1974 — A.E.T.F.A.T. Vegetation map of Africa. Interim report in Africa south of the Sahara 1974, London.

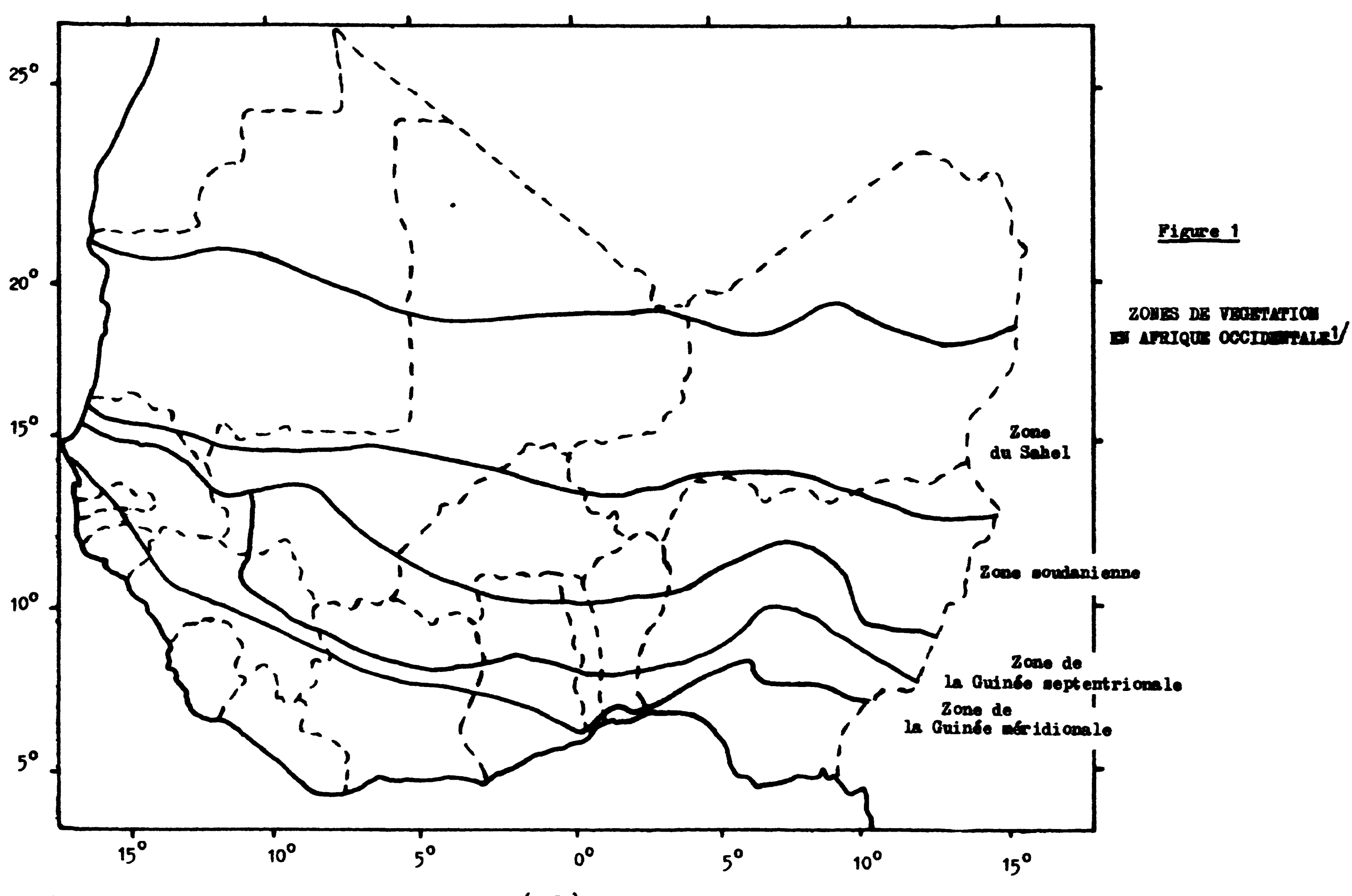
White, F. (in press) — A.E.T.F.A.T. Vegetation map of Africa.



Isoberlinia doka, que l'on voit ici à Afaka, Nigeria, est un des arbres principaux de la zone septentrionale de la savane guinéenne.

Figure 1

ZONES DE VEGETATION EN AFRIQUE OCCIDENTALE1/



1/ Voir aussi la carte A.E.T.F.A.T. dans Laurie (1975).

CLIMAT DE LA SAVANE GUINEENNE ET SOUDANAISE DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE 1/

M.A. Ogigirigi
Shelterbelt Research Station
Kano, Nigeria

TABLE DES MATIERES

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane.

INTRODUCTION

Les interactions climatiques, édaphiques et biotiques influent dans une large mesure sur la répartition et les caractéristiques de nombreux types de végétation en Afrique occidentale, comme d'ailleurs dans d'autres régions du monde. En conséquence, de larges zones de végétation coïncident plus ou moins avec des zones climatiques. Toutefois, à l'intérieur de ces grandes zones, on trouve quelquefois des variations locales correspondant à des facteurs physiques localisés.

Comme l'Afrique occidentale se trouve entièrement sous les tropiques, son climat est souvent classé comme tropical. Sous les tropiques, les changements climatiques pendant l'année dépendent bien plus des précipitations que de la radiation qui ne présente que des variations mineures au long de l'année: ainsi, l'année est divisée en saison des pluies et en saison sèche.

FACTEURS GENERAUX DETERMINANT LE CLIMAT DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE

Les changements climatiques d'un endroit à un autre en Afrique occidentale dépendent de l'effet saisonnier de trois facteurs principaux : les masses d'air, les courants océaniques et l'altitude. Les facteurs dont l'influence est la plus étendue sont les masses d'air maritime tropicales continentales et tropicales (ou équatoriales) qui alternent selon la saison sur le continent africain occidental.

L'effet de la masse d'air tropicale continentale est surtout prédominant de septembre à février. Elle s'étend vers le sud à partir du Sahara jusqu'à environ 5° de latitude nord, provoquant le temps chaud et sec qui caractérise la plus grande partie de l'Afrique occidentale pendant cette période de l'année. Cette masse est souvent accompagnée d'un vent sec de direction nord-est connu sous le nom d'Harmattan.

La masse d'air maritime tropicale est surtout active sur une grande partie de l'Afrique occidentale de mars à août et s'étend vers le nord, jusqu'à environ 21° de latitude nord. Lui sont associés les vents chargés de pluie qui soufflent du sud-est.

Ces deux masses d'air sont séparées par une zone connue sous le nom de front intertropical (parfois appelée zone de discontinuité intertropicale ou zone de convergence intertropicale). A partir de mars, la position du front intertropical se déplace vers le nord permettant à l'air maritime tropical de pénétrer plus avant dans les terres. A partir de septembre environ, il se déplace vers le sud, en direction de l'équateur et l'air continental plus sec s'étend vers le sud à travers le continent de l'Afrique occidentale.

Ce mouvement alterné du front intertropical vers le nord et vers le sud est responsable dans une grande mesure de l'orientation des zones climatiques et des zones de végétation, selon une disposition presque latitudinale, en Afrique occidentale.

Les courants océaniques contribuent grandement aux conditions de temps sec qui sont à l'origine de la savane côtière du Ghana oriental, du Togo et de la République du Bénin (autrefois Dahomey). Des courants océaniques froids d'origine incertaine arrivent le long de ces côtes au milieu de l'année, refroidissant ainsi la température de la mer et celle de l'air et réduisant la convection. Venant s'ajouter aux effets des courants océaniques, les caractéristiques du relief des Hauts-Plateaux de Guinée, du Cape Three Points, du Mampong Scarp et des montagnes Akwapim-Togo font que les vents du sud-ouest porteurs de pluie perdent leur humidité sur les hauteurs se transformant en vents secs soufflant de l'ouest.

Pareillement, la présence de prairies de montagne et de mousson, le long des zones latitudinales de la savane guinéenne et soudanaise, au Sénégal et en Guinée, est due aux effets des montagnes du Fouta-Djalon. Le plateau de Jos a un effet similaire sur la présence de végétation de savane secondaire sur ses versants sud-ouest.

CARACTERISTIQUES GENERALES DU CLIMAT DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE

Précipitations

Sous les tropiques, la pluviosité est l'élément vital le plus important du climat puisque la végétation naturelle dépend largement de sa quantité (et surtout de son efficacité), de son degré de certitude, de sa durée et de la manière dont elle tombe. Les Figs.1 & 2 donne une représentation générale des précipitations annuelles. La pluviosité fort abondante de la côte sud-ouest et des hautes terres du Cameroun est évidente. De même, la faible pluviosité du centre de la Côte-d'Ivoire, de l'est du Ghana et du Togo se comprend aisément. Mis à part ces caractères contrastés le long de la côte de l'Afrique occidentale, la pluviosité annuelle décroît régulièrement de la côte vers le nord, à la fois en quantité et en durée. Il y a un déplacement sud-nord au début de la saison des pluies et un déplacement inverse correspondant, nord-sud, en fin de saison. Pour cette raison, la saison des pluies devient progressivement plus courte plus au nord de la zone.

Les précipitations sont extrêmement variables en quantité, au début et à la fin de la saison des pluies, de même que leur régime. Cette variabilité est plus prononcée à l'intérieur des terres.

Température

A cause de sa situation sous les tropiques, on croit généralement, surtout en dehors de l'Afrique, que les températures de l'Afrique occidentale sont très élevées toute l'année. Cela est souvent une exagération.

Les très hautes températures, qui pendant de nombreux mois sont caractéristiques des régions basses de même latitude,en Afrique orientale et en Inde, ne sont atteintes, en Afrique occidentale,qu'à l'intérieur ou à proximité du désert pendant de courtes périodes de l'année.

Dans l'ensemble, les températures moyennes en Afrique occidentale sont plus basses que dans d'autres régions du monde de l'hémisphère nord, à même latitude, durant l'hiver, pendant la saison des pluies au sud, et presque toute l'année au Sénégal, le long des côtes du Ghana oriental et du Togo et dans la zone des hauts plateaux. Par contre, les températures sont plus élevées que les moyennes mondiales à semblable latitude, en avril, juillet et octobre.

Une caractéristique très commune des conditions de températures en Afrique occidentale est l'étendue des variations diurnes et saisonnières. Celle-ci va en augmentant graduellement de la côte guinéenne vers le nord et s'accroît plus fortement de la côte sénégalaise vers l'intérieur. Les plus grandes variations se produisent aux changements de saisons.

Ensoleillement

Etant donné la position de l'Afrique occidentale sous les tropiques, la nuit et le jour sont presque toujours d'égale durée. Aussi l'ensoleillement dépasse-t-il rarement les douze heures. Durant la saison humide, les nuages et la brume matinale réduisent souvent l'ensoleillement tandis que pendant la saison sèche le soleil est souvent obscurci par des nuages de poussière. D'où une réduction des heures d'ensoleillement enregistrées. Le Tableau 1 montre des données représentatives de l'ensoleillement moyen journalier, en heures, à Freetown (Sierre Leone) et à Kumasi (Ghana).

Degré d'humidité

Un degré d'humidité élevé est commun aux zones pluvieuses pendant la saison humide. Durant la saison sèche, le degré d'humidité baisse considérablement. Le Tableau 2 montre le pourcentage moyen d'humidité relative, en janvier et juillet, à certains endroits de la côte et de l'intérieur des terres.

CLIMAT DE LA SAVANE GUINEENNE

La carte sur la page 10 nous montre les zones de végétation de l'Afrique occidentale. La savane guinéenne se situe à peu près entre 7° et 9°30' de latitude nord et s'étend jusqu'au nord de la forêt humide de basse altitude, à part les parties méridionales du Ghana, du Togo et de la République du Bénin où elle se prolonge vers le sud jusqu'à la côte atlantique. Les parties méridionale et septentrionale de cette zone de végétation présentent quelques différences de structure et de composition floristique qui sont suffisamment importantes pour les subdiviser en savanes guinéennes méridionale et septentrionale. Les différences climatiques entre les parties nord et sud de la savane guinéenne résident, cependant, davantage en un degré de sévérité des conditions plutôt que du type même de climat.

La savane côtière sèche d'Accra-Togo

On a déjà mentionné quelques-unes des raisons de l'existence de ce type de végétation dans cette zone.

Le type de pluviosité pour cette extension méridionale de la savane guinéenne est le même que celui de la forêt humide de basse altitude mais les totaux mensuels et annuels sont bas. La frange côtière entre Elmina et Grand Popo a une pluviosité annuelle moyenne inférieure à 35 pouces (875 mm). Le nombre de jours de pluie est peu élevé et deux à trois mois seulement par an reçoivent plus de 4 pouces (100 mm) de précipitations.

L'humidité relative est légèrement inférieure à celle de la zone de forêt humide. Les températures sont en général légèrement plus élevées que dans la zone de forêt humide, sauf de juillet à septembre où elles sont plus basses pour les raisons citées plus haut.

Le Tableau 3 nous donne les températures moyennes mensuelles maximum et minimum à Accra (Ghana) et Lomé (Togo).

La savane guinéenne méridionale

Cette zone s'étend approximativement entre 7°30' et 9° de latitude nord, du Nigeria à la Guinée.

Les températures sont modérément élevées avec une importante variation diurnale pendant la saison sèche qui dure environ 4 à 5 mois. Succède alors une saison des pluies de 7 à 8 mois, avec températures plus basses et variations moindres.

L'humidité relative varie entre 50 et 80% mais elle est généralement en dessous de 70% à 9 heures du matin, en saison sèche. Le Tableau 3 montre les températures et précipitations moyennes mensuelles maximum et minimum pour quelques villes principales à l'intérieur de la zone.

Au Nigeria, les précipitations totales annuelles dans cette bande varient de 40 pouces (1 050 mm) à 50 pouces (1 250 mm) avec deux périodes de pointe. La saison des pluies commence début mars et atteint son premier maximum en mai. Les précipitations diminuent alors jusqu'en juillet et augmentent à nouveau jusqu'en août environ pour atteindre un nouveau maximum en septembre, avant de diminuer brusquement en octobre/novembre. Comme les époques de ces périodes de pointe varient d'année en année, elles ne sont pas apparentes dans les moyennes établies (voir Tableau 3).

Lokoja (Nigeria) les températures moyennes maximum varient d'environ 96°F (36°C), en février-mars, à à peu près 85°F (29°C), de juillet à septembre, tandis que les températures moyennes minimum varient d'environ 76°F (24°C) en février-mars, à 66°F (19°C), de novembre à janvier. Les données correspondantes pour Mokwa (Nigeria) sont les suivantes : températures moyennes maximum 100°F (38°C), en février-mars, à 86°F (30°C), de juillet à septembre, tandis que les températures moyennes minimum varient d'environ 76°F (24°C), en mars, à environ 60°F (16°C), en décembre et janvier.

A Mokwa, bien que l'humidité relative journalière moyenne varie pendant la saison sèche entre 70 et 30%, elle tombe souvent brusquement pendant la journée à moins de 20% en début d'après-midi.

La savane guinéenne septentrionale

La savane guinéenne septentrionale s'étend environ de 9°30' à environ 11° de latitude nord, au Nigeria, à 12° en Haute-Volta, et à 13° plus à l'ouest.

Les variations de température maximum journalières ont lieu pendant la saison sèche tandis que pendant la saison humide les variations sont moins nombreuses, (Tableau 3). A Afaka (près de Kaduna, Nigeria), les températures moyennes maximum varient entre environ 100°F (38°C), de février à avril, et environ 78°F (26°C), en juillet et août. Les températures moyennes minimum varient de 74°F (23°C), en avril, à environ 58°F (14°C), de novembre à janvier.

La distribution des pluies dans cette zone ne présente généralement qu'une période de pointe et les précipitations annuelles totales vont de 40 à 55 pouces (1 000 à 1 375 mm). La saison sèche dure 5 à 6 mois (d'octobre-novembre jusqu'en mars) avec une saison de pluies de 6 à 7 mois (d'avril à octobre).

Les précipitations augmentent en fréquence et en quantité à partir d'avril, atteignant un maximum en août-septembre puis diminuent brusquement jusqu'à cesser en octobre.

Le degré moyen d'humidité se situe entre 45 et 35% pendant les mois de saison sèche. Des taux de moins de 20% se rencontrent couramment au début de l'après-midi, de novembre à janvier.

Le plateau de Jos

Le plateau de Jos, à l'intérieur de la savane guinéenne est considéré comme une variante montagneuse de la savane guinéenne septentrionale (Harrison Church, 1968) et, vu son altitude, les températures y sont généralement plus basses. Le Tableau 3 nous donne les moyennes mensuelles maximum et minimum des températures et des précipitations pour le plateau de Jos, au Nigeria.

La distribution des pluies sur le plateau est semblable à celle de la Guinée septentrionale mais, dans la partie sud-ouest du plateau, les précipitations annuelles sont généralement plus élevées. Les précipitations moyennes annuelles à Miango (plateau de Jos) et à Nimbia (au sud-ouest du plateau) sont respectivement de 55 pouces (1 375 mm) et 70 pouces (1 750 mm) environ.

A Miango, la variation journalière de la température est faible comparée à celle de la savane guinéenne septentrionale. Les températures moyennes maximum sont situées entre environ 94°F (33°C), de février à avril, et environ 78°F (25°C), de juillet à septembre. Les températures moyennes minimum sont généralement d'environ 66°F (19°C), de mars à mai, et tombent à environ 56°F (13°C) en décembre et janvier.

L'humidité relative moyenne est généralement supérieure à 80% au plus fort des pluies, de juillet à septembre, et tombe en dessous de 30%, de décembre à février.

CLIMAT DE LA SAVANE SOUDANAISE

Cette zone de végétation se situe au nord de la savane guinéenne septentrionale et s'étend plus ou moins entre 11 et 13° de latitude nord, à sa limite méridionale, et entre 12 et 14° de latitude nord, à sa limite septentrionale. Elle comprend les terres intérieures méridionales du Sénégal, l'intérieur de la Gambie, le Mali central, la plus grande partie de la Haute-Volta et la majeure partie des terres situées à la limite nord du Nigeria.

Si l'on compare avec la savane guinéenne septentrionale, les précipitations sont moins importantes annuellement - environ 22 à 40 pouces (550 à 1 000 mm). Les pluies tombent pendant 5 à 6 mois, suivies d'une saison sèche de 6 à 7 mois. Les précipitations sont beaucoup plus variables que dans la savane guinéenne septentrionale. Le tableau 3 indique les températures et précipitations moyennes mensuelles pour quelques villes principales de la savane soudanaise.

Au Nigeria, Sokoto et Katsina reçoivent chacune environ 29 pouces (725 mm) de précipitations moyennes annuelles et Kano à peu près 34 pouces (850 mm). La saison des pluies commence en mai avec une quantité et une fréquence des pluies qui croissent régulièrement jusqu'à un maximum situé en août ou septembre, avant de décroître rapidement jusqu'à leur cessation en octobre.

Les températures moyennes maximum dans les deux localités sont d'environ 102°F (39°C) en avril et mai. Pendant cette période, le baromètre atteint souvent 106°F (41°C) pendant la journée.

Au faîte de la saison des pluies, de juillet à septembre, les températures moyennes maximum sont de l'ordre de 88°F (31°C). Les températures moyennes maximum sont les plus basses pendant décembre et janvier, atteignant 54°F (12°C) environ, mais descendant souvent en dessous de 50°F (10°C). Les températures minimum s'élèvent à peu près à 75°F (24°C), en avril et mai, juste avant le commencement de la saison des pluies, et descendent jusqu'à 70°F (21°C) au maximum des pluies.

QUELQUES IMPLICATIONS DES CONDITIONS CLIMATIQUES SUR LE REBOISEMENT DE LA SAVANE

Comme les pluies commencent d'abord dans la partie sud et progressent ensuite vers le nord et qu'elles finissent d'abord dans le nord en progressant vers le sud, la saison des pluies est donc relativement plus courte au nord qu'au sud.

Au nord de 7°30' de latitude nord, les précipitations annuelles totales commencent à être peu à peu moins importantes que l'évapotranspiration annuelle. Cela signifie que toutes les régions situées au-dessus de cette latitude ont une humidité insuffisante annuellement. Ce déficit s'accroît avec la latitude. La différence entre le commencement des pluies aux environs de Lokoja et Katsina est à peu près de trois mois et la longueur de la saison des pluies est respectivement de 200 et 100 jours environ (Kowal et Knabe,1972).

L'établissement de plantations forestières dans le nord de la savane demande donc des espèces plus résistantes à la sécheresse, qui peuvent s'établir avec assez de vigueur durant la saison des pluies relativement courte pour être ensuite capables de survivre pendant la longue saison sèche. Il semble que la Guinée méridionale et probablement la plupart des zones sud de la savane guinéenne septentrionale peuvent abriter un nombre plus important d'espèces à planter que les zones du Soudan et du Sahel, vu les conditions d'humidité comparativement moins critiques qui y règnent.

Indépendamment des conditions favorables d'humidité et d'éclairement, la croissance des plants cesse quand la température environnante dépasse un certain maximum ou tombe en dessous d'une certaine valeur minimale. Entre ces deux valeurs, se trouve habituellement une étape optimale. Il est important de distinguer entre température de l'air et température du sol quand on considère l'effet de la température sur la croissance des plants. Ce qui est aussi important, c'est que les arbres diffèrent dans leur adaptation aux divers régimes de température.

Beaucoup de récoltes agricoles annuelles et bisannuelles ont été classées selon la saison froide et la saison chaude, en se basant sur leur adaptabilité à des températures différentes (Kowal et Knabe, 1972). Il n'y a pas eu de telle classification pour les arbres forestiers.

L'inadaptabilité aux températures de l'air ou du sol pendant tout ou partie de la période de végétation peut être un facteur décisif de succès ou d'échec pour des espèces exotiques ou indigènes comme candidates à planter dans les zones de savane de l'Afrique occidentale. On n'a jamais trouvé de conditions de température de l'air trop sévères jusqu'à limiter la croissance végétale dans les aires de savane.

Le Tableau 4 donne les températures moyennes mensuelles du sol pour trois principales villes des zones de savane du Nigeria. Des températures du sol trop élevées peuvent influencer le développement et la croissance convenable du système radiculaire. Des températures du sol constamment élevées, comme à Mokwa, peuvent empêcher le développement favorable de mycorhizes nécessaires à une bonne croissance des pins, malgré la faible latitude de cette station, et ses précipitations annuelles, comparées à des stations comme Afaka.

D'autres facteurs écologiques tels que la durée du jour, l'ensoleillement,et les valeurs de la photosynthèse potentielle calculées à partir de ces données, ont été estimées comme étant suffisantes pour la croissance des plants dans les zones de savane. Un reboisement couronné de succès dans les savanes de l'Afrique occidentale dépendra, par conséquent, d'une sélection appropriée des espèces à planter qui sont suffisamment adaptées pour utiliser l'humidité très réduite du sol (et parfois les niveaux très bas de nutriments) afin de produire un maximum de matière sèche dans ces conditions écologiques.

BIBLIOGRAPHIE

Harrison Church, R.J. 1968 — West Africa: a study of the environment and man's use of it. Sixth Edition. Longman.

Kowal, J.M. et Knabe, D.T. 1972 — An agroclimatological atlas of the northern states of Nigeria. Ahamadu Bello University Press, Zaria, Nigeria.

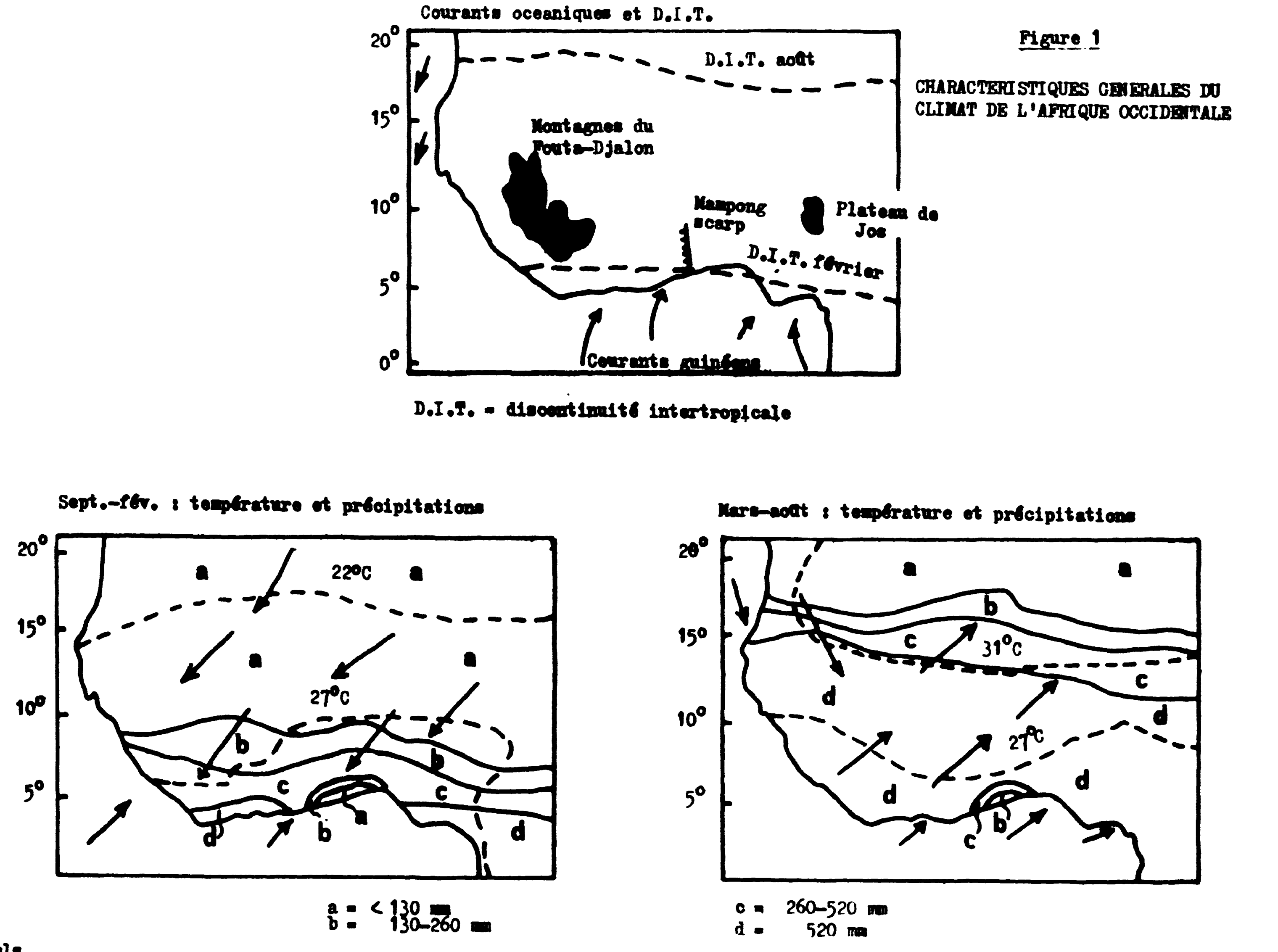


Figure 1

CHARACTERISTIQUES GENERALES DU CLIMAT DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE

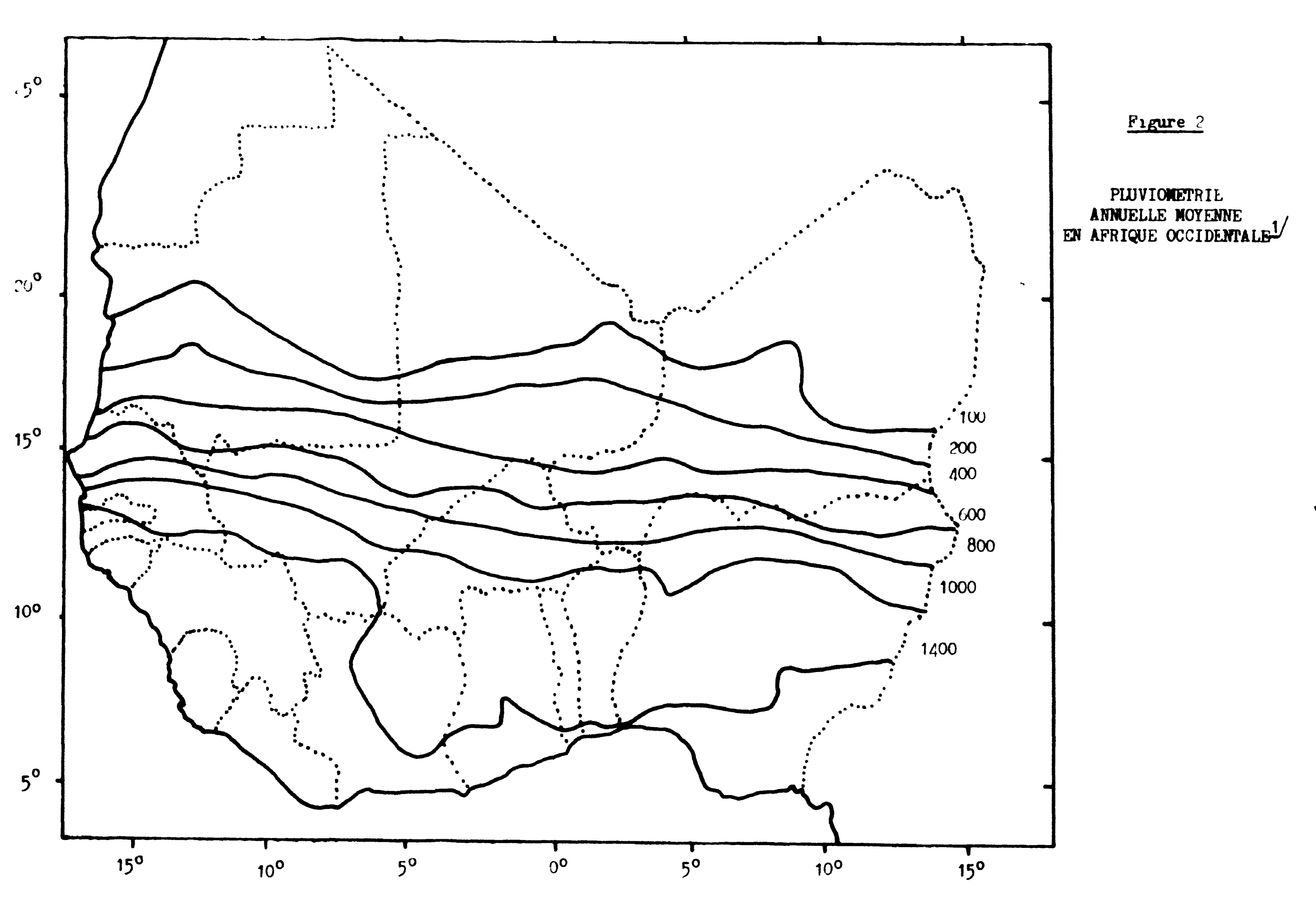


Figure 2

PLUVIOMETRIE
ANNUELLE MOYENNE
EN AFRIQUE OCCIDENTALE 1/

1/ Pour plus de détail et pour les autres régions d'Afrique, voir Laurie (1975).

Tableau 1

ENSOLEILLEMENT JOURNALIER MOYEN EN HEURES POUR FREETOWN (Sierra Leone) ET KUMASI (Ghana)

Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyen. Annuel
Freetown (Moyennes 1941-1950)												
8,1	8,2	7,7	7,0	6,3	5,3	2,8	2,2	4,0	6,2	6,6	7,0	5,9
% maximum possible												
69	69	64	57	50	42	22	16	33	52	56	60	49
Kumasi (6°43'N, 1°37'W) Moyennes de 9 années												
3,9	4,3	4,8	5,0	3,7	2,0	1,1	0.9	2,3	3,9	4,6	3,9	3,4

Tabl

HUMIDITE RELATIVE MOYENNE EN JANVIER ET JUILLET POUR QUELQUES VILLES DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE
(pourcentages)

	Janvier matin	Janvier après-midi	Juillet matin	Juillet après-midi
Côtes guinéennes				
Conakry (9°31' N, 13°43' W)	85	71	92	85
Accra (5°31' N, 0°12' W)	82	84	85	85
Porto-Novo (6°30' N, 2°37' W)	90	77	89	85
Intérieur				
Tombouctou (16°47' N, 3° W)	39	29	68	46
Bamako (12°39' N, 7°58' W)	50	27	89	71
Beyla (8°41' N, 8°39' W)	68	31	94	84
Natitingou (10°16' N, 1°23' E)	43	22	81	75

Tableau 3

MAXIMUM ET MINIMUM DES TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES ET DES PRECIPITATIONS DE LA SAVANE EN AFRIQUE OCCIDENTALE

Place	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Max + Min moy. temp. (°F)	Tot. ann. pluies (pouces)
Savane côtière sèche Accra-Togo														
Accra (Ghana) : 6 m 5°31'N, 0°12'0														
T 39 max	87,9	87,9	88,3	88,0	86,7	84,1	82,7	80,8	82,4	84,9	87,1	87,5	85,6	
T 29 min	73,6	74,9	75,6	75,5	74,6	73,5	72,5	71,4	72,3	73,3	74,2	74,2	73,8	
P 47 moy	0,7	1,5	2,2	3,0	5,0	7,5	2,0	0,6	1,5	2,3	1,4	1,0		28,6
Lomé (Togo) : 10 m 6°08'N, 1°13'E														
T 5 max	85,1	86,7	87,9	86,2	85,5	82,8	79,7	78,8	80,2	83,3	85,5	85,3	83,8	
T 5 min	72,2	73,9	74,3	73,9	73,9	72,7	71,4	70,9	71,6	72,1	72,5	71,8	72,5	
P 15 moy	0,6	0,9	1,8	4,6	5,7	8,8	2,8	0,3	1,4	2,4	1,1	0,4		30,8
Savane guinéenne méridionale														
Tamale (Ghana) : 194 m 9°24'N, 0°53'0														
T 34 max	96,3	100,3	101,1	98,3	94,2	90,2	87,1	86,1	87,5	91,8	95,3	93,2	93,5	
T 34 min	66,4	70,4	74,0	73,8	72,7	70,8	70,9	69,8	69,7	70,5	69,6	69,5	70,7	
P 38 moy	0,1	0,3	2,2	3,2	4,7	5,5	5,5	8,1	8,9	3,7	0,7	0,2		42,9
Bida (Nigeria) : 184 m 9°04'N, 5°59'E														
T 5 max	93,8	97,0	98,3	98,1	93,3	88,0	85,7	84,3	86,1	89,8	94,6	94,0	92,0	
T 5 min	70,0	73,4	76,0	77,3	74,2	72,7	72,1	71,8	71,5	71,6	71,1	68,5	72,5	
P 25 moy	0,1	0,3	1,0	3,0	6,0	7,7	7,6	8,4	10,2	3,8	0,3	0		48,5
Savane guinéenne septentrionale														
Kouroussa (Guinée) : 380 m 10°39'N, 9°53'0														
T 5 max	92,4	96,5	99,0	98,8	94,3	89,1	86,2	85,1	86,8	89,5	91,2	90,8	91,6	
T 5 min	56,8	62,8	71,0	73,4	73,1	70,8	69,6	69,6	69,5	69,1	66,0	58,0	67,3	
P 10 moy	0,4	0,3	0,9	2,8	5,3	9,7	11,7	13,6	13,4	6,6	1,3	0,4		66,3
Bobo Dioulasso (Haute-Volta) : 433 m 11°12'N, 4°17'0														
T 5 max	93,6	98,0	100,8	100,8	96,3	91,2	87,0	85,5	87,8	93,0	95,2	94,6	93,6	
T 5 min	60,3	62,1	69,5	72,2	70,6	71,0	69,6	69,3	68,8	69,3	66,8	62,0	67,6	
P 10 moy	0,1	0,2	1,1	2,1	4,0	4,8	9,8	12,0	8,5	2,5	0,7	0		46,4
Plateau de Jos														
Jos (Nigeria) : 1 289 m 9°52'N, 8°54'E														
T 5 max	82	85,6	87,2	88,5	85,0	80,9	76,4	74,9	78,6	82,2	83,4	82,4	82,2	
T 5 min	57,0	59,3	64,1	66,3	65,4	63,4	62,7	62,3	62,2	62,2	60,3	57,2	61,9	
P 31 moy	0,1	0,1	1,1	3,4	8,0	8,9	13,0	11,5	8,4	1,6	0,1	0,1		56,3
Savane soudanaise														
Tambacounda (Sénégal) : 57 m 13°46'N, 13°11'0														
T 5 max	94,8	99,0	102,8	105,8	103,3	97,0	90,0	87,3	88,8	90,0	95,2	93,0	95,7	
T 5 min	58,8	61,0	67,1	70,2	75,6	73,6	71,5	71,5	72,2	71,5	63,4	59,4	67,9	
P 10 moy	0	0	0	0,1	1,1	6,9	7,6	12,0	8,5	3,2	0,1	0		39,6
Bamako (Mali) : 328 m 12°39'N, 7°58'0														
T 5 max	92,0	96,8	101,4	103,3	100,8	94,3	87,6	85,6	88,2	92,0	94,0	91,0	94,0	
T 5 min	63,0	67,0	73,6	76,6	77,8	74,2	72,0	71,1	71,3	71,6	67,0	63,8	70,8	
P 10 moy	0	0	0,1	0,6	2,9	5,3	11,0	13,7	8,1	1,7	0,6	0		44,0
Ouagadougou (Haute-Volta) : 302 m 12°22'N, 1°31'0														
T 5 max	97,0	101,6	106,0	107,0	102,6	97,4	92,6	89,3	92,4	100,1	101,8	97,6	98,7	
T 5 min	57,6	61,0	69,6	75,8	76,8	73,6	71,8	70,4	70,0	71,6	66,2	59,6	68,7	
P 10 moy	0	0	0,1	0,3	2,7	4,5	8,0	12,4	5,1	0,5	0	0		33,6
Kano (Nigeria) : 472 m 12°02'N, 8°32'E														
T 5 max	85,6	89,9	95,7	100,8	99,3	94,5	87,2	85,1	88,0	93,5	92,5	87,1	91,6	
T 5 min	56,1	59,5	65,9	72,4	74,6	73,9	71,1	69,6	69,4	68,1	61,6	56,9	66,6	
P 48 moy	0	0	0,1	0,3	2,7	4,5	8,0	12,4	5,1	0,5	0	0		33,6

Note : Les chiffres placés après T et P indiquent le nombre d'années à partir desquelles on a calculé les valeurs des températures et des précipitations.

°C = 5/9 (°F - 32)

mm = .03937 pouces

Tableau 4

TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES DU SOL EN °F POUR QUELQUES VILLES DE LA SAVANE NIGERIENNE

Station	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Températures moyennes mensuelles du sol à 30,48 cm de profondeur (1 ft)												
Mokwa	83,4	88,2	94,0	93,5	90,5	86,3	83,9	82,7	82,9	84,5	85,9	84,3
Samaru	74,7	78,3	84,2	86,8	85,5	81,9	79,6	78,1	79,2	80,2	77,4	75,1
Gusau	76,1	81,8	86,9	89,6	89,4	85,1	81,2	80,3	81,5	82,4	80,7	78,4
Températures moyennes mensuelles du sol à 121,92 cm (4 ft)												
Mokwa	84,7	86,5	90,7	92,6	91,0	88,6	86,2	84,6	84,2	84,7	85,7	85,4
Samaru	77,9	78,8	82,0	84,9	85,4	83,6	81,8	80,2	80,3	81,2	80,4	78,6
Gusau	81,0	82,6	85,5	88,6	89,5	88,4	85,1	83,2	83,1	83,7	83,8	82,8

LES SOLS DE LA SAVANE GUINEENE ET SOUDANIENNE DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE 1/

O. Kadeba
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria

A.V. Barrera
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria

TABLE DES MATIERES

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane.

INTRODUCTION

L'expression "Afrique occidentale" s'emploie couramment pour désigner les pays qui se trouvent à l'ouest du continent africain et le long de la côte atlantique. Dans le présent document, l'Afrique occidentale englobe (Pugh et Perry, 1960) les pays ci-après: Mauritanie, Sénégal, Gambie, Guinée-Bissau, Guinée, Sierra-Leone, Liberia, Côte-d'Ivoire, Ghana, Togo, Bénin, Mali, Dahomey, Soudan, Niger, Haute-Volta et Nigeria. Ces pays sont situés entre le 5° de latitude nord et le tropique du Cancer et s'étendent sur 3 500 km d'est en ouest et 1 900 km du nord au sud, occupant une superficie totale de 6 019 245 km^2. L'isohyète de 250 mm, à laquelle correspond une densité de population de 5 habitants au km^2 environ, représente plus ou moins la limite septentrionale de la zone soudanienne et de l'Afrique occidentale.

CLIMAT 1/

Le climat est un facteur qui influe très fortement et très activement sur la pédogénèse ainsi que sur la croissance végétale en Afrique occidentale. Son action sur le sol s'exerce directement par altération des roches, lessivage des bases, évolution du sol, et indirectement par son influence sur le type de végétation.

La distribution des pluies en Afrique occidentale est relativement constante. Les pluies sont le résultat de deux mouvements principaux des masses d'air - une masse d'air sec continental au nord et une masse humide d'air tropical maritime au sud.

Cette dernière apporte la pluie qui produit l'alternance saison sèche saison humide, tandis que la première amène du nord un air froid et sec que l'on appelle harmattan. Au nord du 8° ou 9° latitude nord, il n'existe qu'une saison humide, avec une seule période de pointe, suivie d'une longue saison sèche. Au sud de cette même latitude, on distingue deux saisons des pluies avec deux périodes de pointe, en avril-juillet et octobre-novembre.

Dans les zones de savane, les précipitations annuelles moyennes sont généralement inférieures à 1 150 mm, avec une amplitude pouvant aller de 510 mm à 1 150 mm. L'évapotranspiration potentielle oscille entre 1 270 mm et 1 520 mm (125-150 cm par an, Ahn, 1970). Cette différence crée un déficit général d'humidité du sol dans toute la zone. Les résultats des travaux réalisés à la réserve forestière Afaka (Samie, 1973) ont montré que les 1 360 mm de pluie tombés en 1969 avaient fourni, en humidité du sol disponible, un apport suffisant pour faire pousser des plantations d'arbres dans cette zone. Il a été également signalé qu'il est imporobable que des régions recevant des précipitations inférieures à 380 mm puissent porter des forêts naturelles (U.S.D.A., 1938) et que les zones où les précipitations sont inférieures à 760 mm se prêtent assez difficilement à une production de bois rentable. Des pluies fortes et concentrées entraînent les matériaux altérés dans le profil par lessivage. La quantité de pluie qui s'infiltre dans le sol dépend de l'intensité de la précipitation, du tapis végétal, de la pente du terrain, de la teneur en eau du sol, de la compacité et de la texture du sol, enfin du moment de la journée. Des pluies plus légères, associées à une végétation éparse et à des températures élevées, réduisent le volume de percolation tant dans les sols des parties septentrionales des savanes que dans la ceinture de forêt dense et de forte pluviométrie des aires méridionales de l'Afrique occidentale. Des pluies légères et uniformes favorisent la pénétration de l'eau dans le sol alors qu'une averse soudaine crée un ruissellement et provoque en outre l'érosion du sol. Etant donné cette différence du volume des pluies entre le nord et le sud de l'Afrique occidentale (voir carte pluviométrique page 19,) le lessivage est important là où les pluies sont fortes, en sorte que la réaction des sols tend à être légèrement alcaline à neutre dans la partie nord et acide vers le sud (Ahn, 1970).

1/ Une étude plus détaillée du climat était présentée dans le document précédent par M. A. Ogigirigi.

GEOLOGIE

Du point de vue géologique, l'Afrique occidentale comprend essentiellement trois classes connues de formations rocheuses. Les deux premières sont constituées de roches cristallines ou ignées (granit) et métamorphiques (gneiss et quartzites), qui sont les plus anciennes (Pré-cambrien) (voir carte 1); ces deux types de roche constituent, ensemble, ce qu'il est convenu d'appeler le "socle cristallin". Moins étendues sont les roches sédimentaires plus jeunes qui occupent la majeure partie de la vallée du Niger ainsi que l'ouest du Sénégal et de la Guinée. Les roches sédimentaires beaucoup plus anciennes (grès) se trouvent surtout dans les régions nord de la Côte-d'Ivoire et de la Guinée. La plupart de ces roches sédimentaires reposent également sur le socle cristallin, parfois sur des épaisseurs considérables. Certaines des roches anciennes se sont altérées très lentement ou ont résisté à l'érosion, de sorte qu'elles forment les éléments saillants du relief: hautes terres de Guinée, massif de l'Atakora, plateau de Jos, Fouta-Djallon et chaîne de l'Adamaoua. Les roches qui reposent sur le socle cristallin sont pour la plupart moins résistantes à l'érosion et ont par la suite été arasées pratiquement en larges plaines, que certains auteurs appellent pénéplaines. Sur ces pénéplaines, l'on trouve des collines isolées, très dispersées, en forme de dômes, constituées essentiellement de granit. Elles sont généralement nues ou recouvertes d'une couche de sol très mince, ou de graviers et de pierres et sont connues sous le nom d'inselbergs. Les roches du socle cristallin produisent des sols médiocres car les minéraux qui les composent résistent fortement à l'altération et contiennent très peu de matériaux susceptibles d'être altérés. Dès qu'on les met en culture, la fertilité de ces sols s'épuise rapidement. Par expérience et tradition, les cultivateurs savent que pour produire de bonnes récoltes il vaut mieux abandonner les exploitations pendant un certain temps et s'installer ailleurs, dans un secteur vierge. Cinq ans plus tard, sinon plus, quand la végétation originale s'est reconstituée, les agriculteurs défrichent et remettent en culture la zone précédemment abandonnée. C'est le principe sur lequel repose "l'agriculture itinérante".

On trouve des roches volcaniques dans la région autour de Mambilla, au sud de Potiskum, sur le plateau de Jos et, dans une moindre mesure, au Sénégal. Les sols qui se sont formés à partir de ce type de roches sont généralement beaucoup plus fertiles que ceux qui proviennent du socle cristallin, en raison d'une forte teneur en minéraux altérables.

SOLS, GENERALITES

L'épaisseur du sol qui peut se former dépend des divers facteurs influant sur la pédogénèse. La texture ainsi que la fertilité d'un sol dépendent principalement des facteurs qui jouent sur l'altération des roches.

La dislocation des roches en fines particules s'accomplit sous l'action de processus soit mécaniques soit chimiques, soit d'une combinaison des deux. Si la température est élévée et les précipitations faibles, comme c'est le cas dans le nord de l'Afrique occidentale, l'altération des roches résulte essentiellement de processus mécaniques et produit ainsi des sols à texture grossière, généralement peu fertiles. Par contre vers le sud, les pluies s'intensifient progressivement et l'altération des roches est due de plus en plus à des processus chimiques qui produisent des sols à texture fine. Les minéraux des roches passent sous des formes plus solubles, ce qui donne des sols plus fertiles. Dans les régions plus arides, la végétation de savane (graminées et arbres) domine, tandis que dans les zones beaucoup plus humides c'est la forêt dense qui prédomine. En général, le volume de la végétation dans les zones de savane est inférieur à celui que l'on trouve dans les zones de forêt (Ahn, 1970). Les arbres extraient les nutriments des sols à des profondeurs bien plus considérables que les graminées. Les incendies saisonniers en savane entraînent la disparition de grandes quantités de matière organique et d'éléments nutritifs du sol. Les incendies sont rares en zones de forêt dense aussi les nutriments des couches superficielles du sol sont-ils plus abondants que dans les sols de savane. A partir et au-delà de 15 cm, la quantité de nutriments contenue dans les horizons est pratiquement la même pour les sols de savane et pour les sols de forêt dense.

PROPRIETES CHIMIQUES DES SOLS

Les sols de savane de l'Afrique occidentale ont été étudiés en détail, du point de vue de leurs aspects chimiques, par Nye et Greenland (1960), Ahn (1970) et Jones (1973). On se limitera ici à examiner les caractéristiques chimiques du sol dont l'influence sur l'établissement et la croissance des essences exotiques est démontrée.

Matière organique et azote

Une bonne partie des sols de savane de l'Afrique occidentale sont pauvres en matière organique et en azote. C'est principalement l'effet des facteurs écologiques et des interventions de l'homme sur la croissance végétale. Généralement, dans des sols non remaniés, le taux de matière organique finit par atteindre une limite régie par le type et la production des matériaux végétatifs.

Le tableau 1 montre les quantités de carbone et d'azote du sol trouvées dans un certain nombre d'emplacements situés dans les zones de savane d'Afrique occidentale. A Yambawa, par exemple, dans la savane soudanienne, les teneurs moyennes en carbone et en azote sont de 0,22 et 0,022% respectivement, alors qu'à Afaka, dans la savane guinéenne septentrionale on a enregistré des valeurs moyennes correspondantes de 0,98 et 0,058%. Un des traits les plus remarquable de la présence de matière organique et d'azote dans les sols de savane est la correspondance qui existe entre leur répartition et les systèmes floristiques. C'est là un fait fondamental car la végétation représente le moyen par l'intermédiaire duquel se manifestent les autres facteurs qui influent sur le taux de matière organique.

TABLEAU 1 - Teneurs en carbone et en azote de quelques sols superficiels des savanes de l'Afrique occidentale

Emplacement	Précipitations mm	Nombre d'échantillons	pH	C %	N %	C/N
Ghana[1]	1 143	9	6,0	0,44	0,034	12,9
Côte-d'Ivoire[1]	1 780	5	4,6	1,15	0,063	18,3
Haut-Niger	381	10	6,2	0,23	0,022	10,5
Afaka, Nigeria	1 245	24	5,9	0,98	0,58	16,8
Mowka, Nigeria	1 118	19	6,3	0,88	0,060	14,6
Yambawa, Nigeria	762	5	5,9	0,22	0,022	10,0
Hadejia, Nigeria	610	3	6,0	0,23	0,021	10,9

1/ Données citées par Nye et Greenland (1960).

Jones (1973) a démontré que les deux principaux facteurs qui déterminent la quantité de carbone et d'azote présente dans des sols bien drainés des savanes d'Afrique occidentale sont la teneur en argile et un facteur d'humidité mesuré d'après la durée de la saison des pluies. Récemment, Kadeba (1975) a démontré qu'il existe une corrélation fortement significative entre matière organique et précipitation annuelle moyenne pour quelques sites de la zone de savane du Nigeria. L'effet de la latitude sur la teneur en matière organique a également été démontré. On constate une diminution des teneurs en carbone et en azote du sol de 0,40 et 0,3 respectivement par degré de latitude en allant du sud vers le nord. Non seulement la quantité de matière organique du sol varie avec les conditions du milieu, mais aussi sa qualité. Les travaux effectués sur des sols de savane ont montré que le rapport C/N diminue en même temps que les précipitations, ce qui est conforme aux conclusions selon lesquelles le degré d'humidification de la matière organique augmente avec l'aridité du climat (Duchaufour et Dommergues, 1963; Jones, 1973).

Le brûlis, la culture et le pâturage sont les traits caractéristiques de l'agriculture paysanne en Afrique occidentale. Les effets nuisibles de ces pratiques sur la matière organique et l'azote du sol ont été démontrés (Jenkin, 1964; Moore, 1960; Nye et Greenland, 1960; Jones, 1971; Jones, 1973). Une étude réalisée à Afaka dans la savane guinéenne septentrionale (Kadeba, 1973), a apporté des précisions quant à la suppression de la minéralisation de l'azote par des brûlis annuels précoces.

Les données disponibles démontrent l'influence du matériau originel sur la matière organique du sol, ce qui est à prévoir dans la mesure où le matériau d'origine détermine la texture du sol. Dans une région de sols à prédominance sableuse, l'influence de l'argile sur la fertilité du sol, et par conséquent sur la croissance végétative, peut être considérable.

Phosphore

Le phosphore est l'un des éléments primaires qui limite la croissance des arbres forestiers dans les zones de savane de l'Afrique occidentale. La plupart des sols de savane ont moins de 100 ppm de P total, La réalisation du cycle végétatif ne produit qu'une faible concentration de phosphore et l'on a observé, en plusieurs endroits; des réponses spectaculaires à des applications de P (Nye et Greenland, 1960).

Les données d'Ipinmidun (1973) figurant ci-après nous renseignent sur les taux de P total et P organique que l'on peut trouver sur certaines stations dans la région nigeriane des savanes.

Emplacement	Catégorie de sol	P organique (ppm)	P total (ppm)
Azare	Sol juvénile sur sable	10,6	37,6
Mokwa	Ferrisol et lithosol non différenciés	25,3	73,6
Ochanja	Sol ferralitique	39,8	82,2

Nombre d'études réalisées en Afrique occidentale ont montré que P organique représente une proportion appréciable de P total (Omotosho, 1971; Acquaye 1963; Friend et Birch, 1960). D'aucuns ont suggéré également que la contribution de P organique à la disponibilité en P par minéralisation pouvait être relativement importante dans ces sols fortement altérés.

La carence en P dans certains sols de savane est souvent attribuée à la présence de quantités assez importantes d'oxyde Fe et Al libres, qui provoque une forte absorption de P. Cela peut être vrai dans certains cas, par exemple dans les sols volcaniques. La plupart des sols tropicaux contiennent des oxydes qui sont fortement cristallins, ont une surface spécifique réduite et par conséquent fixent de petites quantités de P appliqué. De petits apports d'engrais P entretiendront une concentration satisfaisante en P dans la solution de sol. Les effets résiduels du phosphate ont montré une corrélation significative avec les rendements agricoles sur de tels sols lors d'une expérimentation en champ à Samaru (Ipinmidun, 1973).

Dans les sols ferrugineux et dans divers autres sols d'Afrique occidentale, les quantités d'oxydes "actifs" et leur participation à l'absorption du phosphate peuvent dépendre de la teneur du sol en matière organique et, partant, de la profondeur d'échantillonnage. Juo et Maduakor (1974) ont constaté qu'un sol funtua superficiel et subsuperficiel de la savane guinéenne demandait 96 et 456 kg/ha respectivement de P pour maintenir un taux de 0,2 ppm de P dans une solution de sol d'équilibre.

Nutriments échangeables et CEC

Le paramètre le plus important pour la capacité d'échange de cations (CEC) des sols superficiels de savane est la teneur du sol en matière organique. On a évalué que, dans la savane guinéenne, 60 à 80% de la surface d'échange des cations est représentée par la matière organique (Kadeba et Benjaminsen, 1975); on a calculé que la CEC de la matière organique se situe entre 282 et 322 mEq/100 g. Dans le sous-sol, c'est la fraction minérale du sol qui apporte une contribution notable à la CEC. Etant donné la nature kaolinitique de l'argile d'une part et la faible teneur en matière organique d'autre part, la CEC des sols est généralement faible, souvent inférieure à 10 mEq/100 g.

Les niveaux de cations échangeables sont essentiellement déterminés par la nature du matériau originel du sol. Les sols qui se sont formés à partir du socle cristallin contiennent entre 0,35 et 3,99 % de K total contre 0,06 et 0,11 % de K total pour des sols formés à partir des grès (Wild, 1971). Sauf dans les sols sableux, le manque de cations ne représente pas un problème sérieux étant donné que le type d'agriculture qui prédomine dans la majeure partie de la région de savane d'Afrique occidentale est de type non intensif. De plus, étant donné la faible CEC, le pourcentage de saturation du complexe absorbant en cations déterminés est relativement élevé, ce qui peut favoriser leur assimilation.

Oligo-éléments

L'effet des oligo-éléments sur la croissance des essences exotiques dans la zone de savane d'Afrique occidentale n'est pas entièrement démontré. Au Nigeria, on a trouvé qu'il existait un rapport entre le "die-back" des eucalyptus et une carence en bore. A Samaru, le taux de bore soluble dans l'eau chaude, utilisé comme indice d'assimilation, oscille entre 0,03 et 0,12 ppm avec une valeur moyenne de 0,076 ppm. Il a été prouvé que les taux de soufre et de molybdène sont souvent marginaux pour l'arachide.

CLASSIFICATION DES SOLS

Etant donné la diversité des facteurs d'altération et de formation des sols, il s'est formé un grand nombre de sols de types différents. Il est impossible d'étudier un par un ces différents types de sol; il faut donc les classer en unités - chaque unité se composant de sols présentant des caractéristiques similaires. Pugh et Perry (1960) ont mis au point un système de classification générale des sols dans lequel les sols de l'Afrique occidentale sont classés en quatre groupes, à savoir:

Les sols sableux du nord: Ils occupent généralement le Sahel et une partie des zones soudaniennes. La végétation est essentiellement graminéenne, avec quelques arbres de petite taille. Cette zone est exploitée essentiellement en pâturages. Les matériaux sableux sont généralement entraînés par le vent pendant la saison sèche.

Zone des sols latéritiques: Les sols de la majeure partie de cette région sont pauvres et les défrichements de nouvelles terres exposent souvent le sol à la formation de latérite, ce qui accroît les superficies de sol de qualité médiocre. L'érosion sévit fréquemment et il faut fournir des engrais pour obtenir des cultures rentables.

Sols forestiers de la zone équatoriale: Dans cette zone très pluvieuse et humide, on trouve la grande forêt. Le sol est moins érodé et se prête très bien à l'agriculture. On trouve ce type de formation dans les régions inférieures de la zone guinéenne.

Sols des marécages côtiers: Les sols de cette classe se composent surtout de boue et de sable mélangés avec de la matière organique, et généralement saturés d'eau saumâtre. La végétation est constituée principalement de mangroves. Une fois convenablement lessivé et drainé, on peut utiliser le sol à des fins agricoles.

Une autre classification, plus précise et plus technique, a été établie par D'Hoore (1964). Le personnel de l'Unesco et de la FAO ont également préparé conjointement une classification analogue des sols mais étant donné que la carte des sols publiée dans le Bulletin No.19 de la collection FAO: Mise en valeur des forêts (FAO, 1975), se base sur la classification de D'Hoore, les auteurs ont décidé d'utiliser celle-ci et de décrire les unités de sol d'après le rapport de D'Hoore sur la Monographie explicative No. 93 de 1964. Dans ce système, les différentes unités pédologiques sont classées en grands groupes d'après leurs critères d'évolution génétique.

La carte des sols ici présentée reproduit celle qui a été publiée dans le Bulletin No. 19 de la collection FAO: Mise en valeur des forêts. Seules sont incluses dans l'étude ci-après les unités pédologiques intéressant les zones soudanienne et guinéenne d'Afrique occidentale. Les unités pédologiques sont numérotées conformément à la légende de la carte des sols.

Sols minéraux bruts

Le terme de "sol" peut difficilement s'appliquer à ce groupe. Les conditions écologiques qui les entourent sont si peu favorables aux activités biologiques que les bio-processus et la pédogénèse qu'ils favorisent sont presque complètement absents. Ce sont des "pré-sols" ou des sols proches du degré zéro du point de vue de la formation des sols. Les "sols" minéraux bruts ont une importance particulière en raison de l'énorme superficie qu'ils occupent, notamment dans l'aire septentrionale de l'Afrique occidentale.

1. **Sols désertiques, non différenciés**

Définition: On englobe dans cette catégorie tous les matériaux divisés, essentiellement sableux, soumis à un régime désertique. On leur associe également les pavages désertiques qui sont transportés et certains sols halomorphes non différenciés.

Distribution: On les trouve principalement au Sahel ou dans le nord de la zone soudanienne d'Afrique occidentale.

Valeur pour la foresterie: Dans l'état actuel, ils ne présentent guère de valeur pour la foresterie. Cependant, sous irrigation, on peut leur faire produire certaines espèces d'arbres destinées à la production de combustible ou de poteaux. Ces sols exigent des applications abondantes de matière organique pour accroître leur capacité de rétention d'eau.

Sols faiblement développés

Les sols de ce groupe se classent dans l'ordre des antisols (7e approximation de la classification américaine de l'USDA), sauf en ce qui concerne les sols sub-désertiques qui relèvent des aridisols. Ces sols ont un profil peu développé, comme le montre la très faible différenciation des horizons. Les facteurs qui contribuent à cette évolution médiocre sont les suivants:

a) Matériaux originels pauvres en minéraux altérables ou transférables.

b) Processus d'érosion entraînant les couches superficielles meublés à mesure qu'elles se forment, processus dus soit à un relief très marqué, à des vents ou des pluies intenses, ou à l'ensemble de ces facteurs.

6. **Sols squelettiques, essentiellement débris rocheux avec poches de sol**

Définition: Sols caractérisés par une très faible différenciation de l'horizon génétique, contenant des éléments grossiers, et où la roche non altérée est à moins de 30 cm de profondeur.

Distribution: Se trouvent essentiellement dans les hautes terres, mais sont aussi largement distribués parmi d'autres unités pédologiques, notamment dans les sols tropicaux ferrugineux.

Valeur pour la foresterie: Généralement faible. Le sol nécessite certaines mesures de lutte contre l'érosion telles que la confection de tranchées et l'installation de plantations suivant les courbes de niveau, ainsi que l'application d'engrais pour relever le niveau de fertilité. On peut utiliser ces sols pour des boisements avec des essences à système radiculaire peu profond ou des essences dont les racines peuvent pénétrer la couche de plinthite.

7. **Sols faiblement développés sur alluvions jeunes, souvent halomorphes ou hydromorphes**

Définition: Dans ces sols, le processus d'accumulation se poursuit de manière intermittente; ils se caractérisent par une grande hétérogénéité. Les sols diffèrent non seulement d'un point à un autre mais aussi à la suite d'une crue, comme on peut le voir d'après les stratifications du profil. En outre, l'âge des dépôts n'est pas le même partout. Ils sont cartographiés comme unités complexes.

Dans les sols qui se sont accumulés très récemment, les horizons humiques manquent souvent, tandis que l'horizon gléyique est à peine discernable, mais sur des formations plus anciennes recouvertes de végétation, on trouve des horizons humiques montrant une évolution de la structure et l'on commence à apercevoir un horizon gléyique.

Distribution: Cette unité pédologique, quoique peu étendue, est bien distribuée. On peut la trouver sous tous les climats, près de nappes d'eau soumises à des fluctuations périodiques.

Valeur pour la foresterie: Le potentiel forestier est en grande partie déterminé par la composition des sédiments et le type de climat. C'est souvent dans les plaines alluviales qu'on trouve les sols offrant le meilleur potentiel pour des plantations. Il est rare que ces sols favorisés constituent la totalité des dépôts alluviaux. Un travail de cartographie détaillée du sol avant mise en valeur est donc toujours utile. Dans les zones où l'on trouve des sols texturés épais et moyens on sera assuré cependant d'une bonne croissance des arbres - à condition que l'eau disponible soit suffisante.

13. Sols lithomorphes, avec argiles foncées non kaolinitiques, développés sur des roches calcaires ou ignées basiques mais, en règle générale, pas dans les zones humides

Définition: Ces lithosols sur croûte calcaire peuvent être encore en cours de formation et sont le produit d'une pédogénèse contemporaine. On les trouve sur des sédiments meubles, généralement en association avec des sols bruns des régions tropicales arides et semi-arides, ainsi que dans les régions à relief plat ou légèrement ondulé. Une mince couche de sables éoliens bruns à rouges recouvre une croûte calcaire d'épaisseur variable. Le pH est neutre à légèrement alcalin. Dans la fraction argileuse, les illites et montmorillonites sont les minéraux dominants. Bien entendu, on ne peut considérer ces sols comme des lithosols que dans la mesure où la couche meuble surjacente est suffisamment mince (30 cm).

Distribution: Cette formation est limitée aux régions relativement arides situées en bordure du désert ou dans la partie nord du Sénégal. En Afrique du nord, sa présence semble en rapport avec la roche profonde calcaire.

Valeur pour la foresterie: Ces sols ont un certain potentiel forestier. En Afrique du nord, ils portent souvent des vignes et peuvent aussi être exploités en pâturage extensifs. Leur utilisation pour la foresterie peut poser des problèmes étant donné la pluviométrie insuffisante dans la région. L'irrigation peut être utile.

Sols bruns et bruns-rougeâtres des régions arides et semi-arides

Les sols bruns ou rougeâtres foncent quand la matière organique occupe la majeure partie du profil sous végétation de steppe, sans horizon A_2 mais avec un horizon B textural-structural ou coloré. La réserve de minéraux altérables de ces sols est souvent considérable mais cela dépend de la composition du matériau originel. Ordinairement, ils contiennent des quantités appréciables de minéraux argileux avec une structure maillée de 2:1. La capacité d'échange de cations du complexe minéral, qui est de moyenne à forte, est saturée à plus de 50 % dans les horizons B et C et contient souvent des carbonates libres. Ces sols sont situés entre les zones désertiques et la région équatoriale.

12. Sols bruns des régions tropicales arides et semi-arides, comportant généralement un complexe argileux non kaolinitique fortement saturé

Définition: Ces sols se sont formés sous un climat chaud et sec où les précipitations annuelles dépassent rarement 500 mm. Ils se sont souvent formés sur des dépôts écliens là où le climat est relativement plus humide et la roche mère riche en bases. Les obstacles au drainage externe semblent favoriser leur évolution.

Bien que la teneur totale en matière organique soit faible (moins de 1%) celle-ci est bien répartie dans tout le profil. Le système français de classification subdivise le groupe des "sols bruns sub-arides" en deux sous-groupes: les sols bruns proprement dits et les sols bruns rouges. Ces derniers diffèrent des premiers en ce qu'ils se sont généralement développés sur des matériaux sableux, ont une épaisseur supérieure, ne contiennent généralement aucun carbonate libre, ont une teneur inférieure en matière organique et sont de neutres à faiblement acides. Pour expliquer leur coexistence actuelle, il faut faire entrer en ligne de compte des variations de climat et des successions chronologiques.

Distribution: Les matériaux originels ne proviennent pas seulement des dépôts de sables éoliens qui bordent les régions désertiques mais aussi de grès altérés, ou encore d'un matériau paléopédologique désagrégé.

Valeur pour la foresterie: Généralement, ces sols ne se prêtent pas à la foresterie étant donné la rareté des précipitations, mais sous irrigation ils peuvent produire des arbres à maturité rapide. Les cultures ont tendance à abîmer la bonne structure et la perméabilité du sol. Il convient d'effectuer régulièrement des apports de matière organique, en évitant toute irrigation excessive qui pourrait endommager davantage la structure et entraîner un compactage du sol.

Vertisols et sols analogues

Les vertisols sont importants du point de vue de leurs possibilités agricoles. Les vertisols africains présentent toutes les caractéristiques morphologiques des véritables vertisols, mais leur fraction argileuse est un peu moins riche en minéraux gonflants et comporte davantage de gels amorphes que celle des vertisols définis dans la 7e Approximation USDA.

Les vertisols se subdivisent en (1) vertisols lithomorphes et (2) vertisols de dépressions topographiques. Chaque subdivision se rattache à des caractéristiques géomorphologiques distinctes qu'il est facile de cartographier, et correspond respectivement aux Usterts et Aquerts de la 7e Approximation USDA.

14. Sols à argiles foncés non kaolinitiques, limités aux dépressions topographiques: présents dans les régions semi-arides caractérisées par une répartition saisonnière marquée des précipitations

Définition: On trouve ces sols dans les dépressions topographiques où le drainage externe et interne est mauvais. Ils semblent se former sous des climats où l'évaporation potentielle est forte pendant une partie de l'année et sur des matériaux originels (souvent des sédiments) enrichis en composants insolubles provenant directement ou indirectement de terres environnantes plus élevées. C'est pourquoi ils sont plus couramment associés avec des sols comportant des horizons sodiques, calciques ou gypsiques, que ne le sont les vertisols d'origine lithomorphe. La réserve de minéraux altérables est souvent importante. La fraction argileuse consiste généralement et principalement en argiles à structure maillée de 2:1, notamment des montmorillonites et des minéraux argileux mélangés. La capacité d'échange de cations du complexe est élevée et généralement saturée à plus de 50%, le plus souvent en cations bivalents (acétate d'ammonium normal, pH 7).

Distribution: On les trouve uniquement dans les régions caractérisées par une période de sécheresse relativement bien marquée: trois mois de saison sèche et une précipitation annuelle moyenne de 1 000 mm ou moins. Les dépressions soudaniennes sont probablement les plus vastes superficies de ces sols dans le monde.

Valeur pour la foresterie: Leur situation topographique les associe fréquemment avec des formations calcimorphes ou halomorphes et fait obstacle au drainage et au dessalement. Après drainage, ces sols peuvent être utilisés pour faire croître des arbres ayant de forts besoins en eau, comme *Eucalyptus robusta*. Dans la zone soudanienne, on peut essayer des arbres comme *Acacia nilotica*, *A. seyal*, *A. albida* et *A. Senegal*.

Sols tropicaux ferrugineux (sols fersialitiques)

Ces sols sont caractérisés par un profil ABC, avec pour quelques-uns un horizon A_2 et un horizon B textural à structure homogène ou faiblement prismatique. On observe fréquemment une séparation nette des oxydes de fer libres, qui peuvent être soit entraînés hors du profil par lessivage, soit précipités au sein du profil sous forme de nodules et de concrétions. La réserve de minéraux altérables est appréciable. Le rapport limon/argile est généralement supérieur à 0,15. L'argile est surtout kaolinitique mais contient souvent de petites quantités d'argile à structure maillée de 2,1. La gibbsite est généralement absente. Le rapport SiO_2/Al_2O_3 est proche de 2 ou légèrement supérieur, tandis que le rapport SiO_2/R_2O_3 est toujours inférieur à 2. La capacité d'échange de cations du complexe minéral est faible mais supérieure à celle des ferrisols et des sols ferralitiques comportant des teneurs comparables en argile (granulométrique). La saturation en cations de l'horizon B dépasse généralement 40 % (acétate d'ammonium normal, pH 7).

Comparé aux sols ferralitiques qui souvent recouvrent des couches altérées de plusieurs mètres d'épaisseur, le profil des sols tropicaux ferrugineux dépasse rarement 250 cm d'épaisseur. L'épaisseur des couches altérées qui les séparent de la roche fraîche inaltérée est toujours inférieure à 100 cm quand ils recouvrent des roches acides cristallines.

Les couleurs sont plus ternes que celles des sols ferralitiques et entrent dans la gamme 10 YR et 7,5 YR, et exceptionnellement dans la gamme 5 YR. On note généralement une différence de 2 à 3 points en valeur et chroma entre la couleur du sol humidifié et celle du sol sec. La plupart des sols tropicaux ferrugineux peuvent entrer dans la catégorie des Ultustalfs.

Leur forte teneur en minéraux ferreux altérables peut donner lieu à d'importantes libérations de fer et souvent à la formation de croûtes ferrugineuses à faible profondeur. De plus, comme tous les sols tropicaux ferrugineux sauf les plus perméables, ils sont très vulnérables à l'érosion.

15. Sols tropicaux ferrugineux (fersialitiques): sur matériau originel sableux; complexe argileux à dominante kaolinitique, saturé à plus de 40 %. Réserve minérale souvent importante. Limités aux zones semi-humides

Définition: A la différence des autres sols tropicaux ferrugineux, ceux qui reposent sur un matériel originel sableux ne comportent pas d'horizon B textural. En d'autres termes, le lessivage n'est pas un facteur dominant. La pluviosité se situe généralement entre 500 et 1 200 mm. La réserve de minéraux altérables est souvent appréciable et l'argile est le plus souvent de type kaolinitique. Le drainage du sol et la profondeur à laquelle se trouve la couche de plinthite sont les principales caractéristiques de cette unité pédologique.

Distribution: La distribution de ce sol est de type zonal, couvrant généralement la zone soudanienne et les régions nord de la zone guinéenne.

Valeur pour la foresterie: Généralement utilisée pour la plantation de nombreuses essences d'eucalyptus et certaines essences de pins. Quoique relativement pauvre, la terre se prête à une agriculture mécanisée et réagit bien aux engrais. On améliore la réponse aux engrais en augmentant la teneur en matière organique du sol. Malgré la faible hauteur des précipitations dans la région, il faut faire attention à l'érosion.

16. Sols tropicaux ferrugineux (fersialitiques): sur roches diverses

Définition: Etant donné la forte teneur en quartz de leurs matériaux originels, ces sols sont généralement plus légers que ceux des autres unités. Comme ils contiennent moins de fer, ils comportent moins souvent des croûtes ferrugineuses, mais le lessivage peut y être important et conduit souvent à la formation d'un horizon B textural.

Distribution: Sur la carte, cette unité révèle les fréquents affleurements de veines plus ou moins basiques qui traversent le socle cristallin pré-cambrien et les sédiments post-cambriens qui le recouvrent par endroits. Dans les zones climatiques plus humides que celles qui favorisent la formation des sols tropicaux ferrugineux, ce genre d'affleurements aboutit à la formation de ferrisols ou de sols ferralitiques, à dominante rouge, sur des roches riches en minéraux ferro-magnésiens. Ces sols sont spécialement importants dans les zones guinéennes.

Valeur pour la foresterie: De faible à moyenne. Ces sols très érodables doivent être utilisés avec soin. La rareté des pluies limite le choix des essences qui peuvent être plantées. On a constaté que les eucalyptus et neem y réussissent bien.

Ferrisols

Comme les sols bruns eutrophes des régions tropicales, les ferrisols constituent un groupe de transition en cours d'évolution sous un climat chaud et humide et dont le développement normal est retardé par rapport à celui des sols environnants. Dans le cas des ferrisols, cela est essentiellement le fait de l'érosion superficielle qui oblige le profil à se développer en profondeur, aux dépens du matériau originel moins altéré. Les ferrisols, tout comme les sols bruns eutrophes des régions tropicales, se distinguent des sols environnants par une meilleure structure, une activité biologique plus intense et, par conséquent, par une fertilité plus élevé. Plus répandus que les sols bruns eutrophes des régions tropicales, ils se développent également sous des climats plus humides.

17. Ferrisols: Complexe argileux constitué presque entièrement de kaolinite et d'oxydes, saturé à moins de 50 %. Réserve minérale peu importante. Limités aux zones humides et semi-humides

Définition: Les ferrisols ont un profil qui ressemble beaucoup à celui des sols ferralitiques, en ce qu'ils possèdent souvent un horizon B structural avec des agrégats à surfaces luisantes. Ces revêtements ne sont pas toujours apparents quand le profil est sec. Ces revêtements ne sont pas nécessairement argileux mais peuvent être dûs à la présence de gels alumino silicatés mélangés. La réserve de minéraux altérables est généralement faible mais peut arriver à dépasser 10 % dans la fraction 50-250 microns.

La fraction argileuse consiste presque entièrement en kaolinite, oxydes ferreux libres et gels amorphes, avec parfois de petites quantités d'argile à structure maillée 2:1 et de gibbsite. Le rapport SiO_2/Al_2O_3 est proche de 2, parfois légèrement inférieur à 2. La capacité d'échange des cations de la fraction argileuse (granulométrique) de l'horizon B dépasse généralement 15 m Eq par 100 g et se trouve à mi-chemin entre celle des sols tropicaux ferrugineux et celle des sols ferralitiques sensu stricto. La saturation des horizons B et C est inférieure à 50 % (acétate d'ammonium normal, pH 7).

En ce qui concerne leur place dans la 7e approximation USDA l'absence d'horizons oxiques fait qu'on les classe provisoirement parmi les utisols, bien que l'on puisse soulever quelques objections quant à la nature véritablement argileuse de leur horizon B.

Distribution: En zone équatoriale, on trouve généralement ces sols à des altitudes supérieures à 1 600 m, par exemple sur le plateau de Jos, dans la Sierra Leone et le Libéria.

Valeur pour la foresterie: Bien que ces sols soient plus riches en nutriments végétaux que les sols ferralitiques (*sensu stricto*), ils semblent relativement pauvres comparés aux sols bruns eutrophes des régions tropicales qui se sont développés sur des matériaux originels similaires. Quand le climat, le relief et l'altitude le permettent, ils conviennent à la plupart des arbres: teck, gmelina, pins.

Sols ferralitiques (*sensu stricto*)

Dans le continent africain, les sols ferralitiques occupent approximativement 5 338 000 km^2, soit plus de 18% de la superficie totale. Les sols ferralitiques représentent donc le groupe le plus étendu des unités pédologiques en Afrique (les débris désertiques, moins homogènes, occupent 5 913 000 km^2 mais peuvent à peine être considérés comme des sols). Les sols ferralitiques représentent les stades finals de l'altération et du lessivage dans lesquels seuls les constituants les moins mobiles et les moins altérables demeurent et où la kaolinite et même le quartz peuvent s'altérer.

En dépit de leur distribution apparemment zonale, une grande partie de ces sols n'est pas exclusivement le produit d'une pédogénèse contemporaine. Beaucoup sont polygénétiques, c'est-à-dire qu'il s'agit de sols récents développés sur des couches altérées anciennes qui ont subi une pédogénèse ferralitique et qui sont restés en place ou ont été retravaillés et redistribués en fonction du nouveau relief de paysages rajeunis.

Ces manteaux ferralitiques sont très fréquents en Afrique intertropicale, où ils ont subsisté en raison de la platitude de la majeure partie du massif continental.

La subdivision qui a été maintenue représente un compromis entre les différents systèmes de classification qui étaient en usage en Afrique à l'époque où les cartes partielles ont été établies. Elle se fonde sur des critères qui, à première vue, peuvent paraître assez mal assortis et où la couleur occupe une place capitale.

20. Sols ferralitiques: sur roches diverses

Définition: Ces sols sont souvent épais, leurs horizons ne sont pas légèrement différenciés, avec des transitions diffuses ou graduelles, mais ils comportent parfois un horizon A_2 ou un horizon B textural. Cet horizon B peut être légèrement structuré dans les profils plus argileux, mais les agrégats ne montrent pas cette surface luisante clairement développée qui a été notée à propos des ferrisols. Les éléments structuraux sont souvent des agrégats polyédriques subangulaires très forts, plus ou moins cohérents et formant une masse poreuse très friable. La réserve de minéraux altérables est peu importante ou inexistante.

Le rapport limon/argile (20/2 microns) est généralement inférieur à 0,25 dans les horizons B et C.

Les minéraux argileux sont surtout du type maillé 1:1 et sont le plus souvent associés à de grandes quantités d'oxydes de fer. Bien qu'ils soient généralement associés avec des oxydes hydratés d'aluminium, la gibbsite - l'une des formes cristallines - n'est pas un composant essentiel encore que fréquemment présente. Le rapport SiO_2/Al_2O_3 se rapproche parfois de 2 mais se situe normalement au-dessous. La capacité d'échange des cations de la fraction argileuse (granulométrique) est généralement inférieure à 20 mEq g par 100 g et

le taux de saturation dans les horizons A et B est généralement inférieur à 40 % (acétate, d'ammonium normal, pH 7). On notera que cette définition est légèrement plus restrictive que celle de la classification française. D'après la 7[e] approximation de la classification américaine (USDA), certains sols ferralitiques pourraient se classer parmi les oxisols mais l'absence d'horizons oxiques en exclut nombre d'autres qui se rapprochent davantage des ultisols.

Distribution: Cet élément est aussi bien distribué au nord qu'au sud de l'équateur mais la superficie totale qu'il occupe est bien moindre que celle des sols sableux ferralitiques bruns jaunâtres, même si ces deux unités recouvrent une formation géologique similaire.

Valeur pour la foresterie: Le faible taux de fertilité de ces sols varie selon leur teneur en argile (20-60 %), la nature de la roche d'où ils proviennent directement ou indirectement, le climat actuel qui va de per-humide à sub-humide et la végétation correspondant au climat.

Etant donné leur faible saturation en bases, la quantité de bases qu'il faut ajouter pour accroître les rendements de manière appréciable est souvent assez élevée et, dans les circonstances actuelles, souvent prohibitive.

Leur valeur est comparable à celle des sols ferralitiques bruns jaunâtres sur sédiments sableux meubles. On recommande des plantations à l'essai d'essences qui ont de très faibles besoins en nutriments. Des observations occasionnelles ont montré que lina était une essence prometteuse.

Sols hydromorphes

22. Sols hydromorphes, engorgés de manière temporaire ou permanente

Définition: Ce sont des sols, autres que les vertisols et sols analogues, dont le développement et les caractéristiques (présence de gley et/ou pseudogley dans l'un au moins de leurs horizons) subissent l'influence d'une saturation permanente ou saisonnière. Certains de ces sols ont un degré relativement élevé de saturation en cations.

Distribution: Du point de vue du climat, leur distribution n'est pas aussi étendue que celle des sols juvéniles sur alluvions fluviatiles et lacustres avec lesquelles ils sont très souvent associés. Dans les régions plus arides, l'halomorphie se substitue à l'hydromorphie.

Valeur pour la foresterie: Plusieurs de ces sols ont relativement peu de valeur pour la foresterie, notamment ceux qui sont engorgés soit temporairement soit saisonnièrement. Leur mise en valeur exige parfois un contrôle du plan phréatique. Toutefois, on peut essayer certaines essences comme Eucalyptus robusta.

RESUME ET CONCLUSIONS

Les deux principaux problèmes qui se posent quand on veut faire des boisements en Afrique occidentale ont trait (1) au climat et (2) aux sols. L'effet du climat se manifeste, d'une part, par son influence sur la croissance des arbres et, d'autre part, par son influence sur la formation du sol.

La diversité des types de matériaux originels et d'organismes vivants, travaillés par les différents éléments du climat, a abouti à la formation de types de sols différents. Pour pouvoir étudier avec soin tous ces types de sols, il faudrait d'abord les classer systématiquement de manière à pouvoir grouper les sols analogues nécessitant des traitements ou aménagements similaires.

Les sols tropicaux ferrugineux sont ceux que l'on rencontre le plus largement dans les zones soudaniennes et guinéennes d'Afrique occidentale car les précipitations (500 à 1 200 mm/an) ainsi qu'une séparation marquée entre saison sèche et saison humide semblent favoriser la formation de tels sols. De nombreux essais effectués sur des plantations pilotes et portant sur diverses espèces d'eucalyptus et de pins (caribaea et oocarpa) ont donné de très bons résultats dans les zones guinéennes.

Les sols situés au nord de cette unité pédologique sont ceux qui occupent la plus vaste superficie en Afrique occidentale mais la rareté des précipitations (moins de 500 mm/an) ne produit qu'une végétation éparse. Ils ont malheureusement très peu de valeur aussi pour la foresterie. Des arbres comme Azadirachta indica semblaient avantagés au nord de l'isohyète des 500 mm, mais récemment Acacia senegal, A. albida, A. seyal et A. nilotica ont pris de l'importance dans cette région, A. senegal pour sa gomme arabique et A. nilotica pour les substances de tannage qu'il fournit.

Au sud des sols tropicaux ferrugineux, les pluies deviennent beaucoup plus abondantes, la végétation beaucoup plus fournie et aussi bien les cultures que la production de bois y sont beaucoup plus développées. Dans cette région, le teck et gmelina sont plus facilement adaptables et, en altitude, la culture des pins promet d'être intéressante.

Les meilleurs sols d'Afrique occidentale sont ceux qui se sont développés à partir de roches volcaniques (basalte jeune) mais ils n'occupent que des superficies très limitées. Le teck, gmelina et les pins y ont donné de très bons résultats.

En ce qui concerne les propriétés chimiques, les sols qui se prêtent le mieux au développement des plantations sont ceux où il existe (a) une épaisseur de sol suffisante par rapport à la roche-mère, (b) une quantité suffisante, et correctement équilibrée, d'éléments nutritifs minéraux. Il est peu d'emplacements qui répondent à ces critères. Un bon nombre d'espèces diverses d'eucalyptus essayées dans le cadre du programme de boisement réussiront bien sur des emplacements où la fertilité est marginale si l'on arrive à corriger le problème du "die-back" causé par la carence en bore. Les espèces Pinus exigent un taux de phosphate satisfaisant pour s'établir avec succès sur le terrain. Etant donné que la plupart des sols de savane souffrent d'une carence aiguë en phosphore, il est devenu de pratique courante d'appliquer les engrais phosphatés aux pins tant en pépinière que sur le terrain. On obtient des réponses significatives à l'azote si l'on corrige d'abord la carence en P. A part N, P et B, on n'a pas décelé ni décrit les effets d'autres carences pour les diverses essences essayées.

Acquaye, D.K., 1963 Some significance of organic phosphorus in the phosphorus nutrition of cocoa in Ghana. - Plant and Soil 19, 65-80.

Ahn, P.M. 1970 West Africa Agriculture: I West African Soils. - 3rd Edition, Oxford University Press.

Alexander, L.T. and Cady, J.G. 1962 Genesis and Hardening of Laterite Soils. United States Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Tech. Bull., 1232

Annual Report 1970 Savanna Forestry Research Station, Samaru, Zaria. - Min. of Agric. and Natural Resources 1969/70.

Barrera, A. and Amujo, S.J. 1969 Report on the semi-detailed soil survey of the Afaka Forest Reserve, North Central State, Nigeria. Ibadan, Federal Department of Forestry Research in cooperation with the Savanna Forestry Research Station, Samaru, Zaria.

Barrera, A. 1971 The use of soil survey in assessing sites for forestry potentials in some areas of the northern states in Nigeria. Rome, FAO Technical Report 5 FO:SF/NIR/16.

Barrera, A. 1973 Soil Survey of Yambawa Fuel Plantation. Kano State. Savanna Forestry Research Station, Federal Department of Forest Research, Samaru, Zaria.

Boughey, A.S. 1957 The physiognomic delimitation of West African types. Hour. West African Sci. Assoc. 3: No. 2.

Clayton, W.D. 1957 A preliminary survey of soil and vegetation in northern Nigeria Min. of Agric. Northern Nigeria. Not published.

D'Hoore, J.L. 1964 La carte des sols d'Afrique au 1/5.000.000, Lagos. Commission de coopération technique en Afrique. Publication No. 93.

Duchaufour, P. and Dommergues, Y. 1963 A study of the humic compounds of some tropical and subtropical soils. African Soils 8, 25-39.

FAO Directives pour la description des sols. Section, prospection et fertilité des sols. Rome.

FAO 1968 Définition des unités pédologiques pour la Carte mondiale des Sols. FAO et Unesco

FAO 1974 Savanna Forestry Research Station, Nigeria. Silviculture and Mensuration, based on the work of J.K. Jackson. FO:SF/NIR/16 Technical Report No. 7.

FAO 1975 Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines, par M.V. Laurie. Rome. Collection FAO: mise en valeur des forêts.

Friend, M.T. and Birch, J.F. 1960 Phosphate responses in relation to soil tests and organic phosphorus. J.Agric. Sci. Camb. 54, 341-347.

Higgins, G.M. and Mould, A.W.S. 1959 Progress of Soil Survey in Northern Nigeria. Comptes rendus de la troisième Conférence interafricaine des Sols, Dalaba, 1.

Ipinmidun, W.B. 1973 — Comparison of some methods for determining organic phosphorus in some Nigerian soils. Soil Sci. 115, 324-325.

Jackson, J.K. and Ojo, G.O.A. 1973 — Productivity of natural woodland and plantations in the savanna zones of Nigeria. Research Paper No. 20 - Federal Department of Forest Research, Ibadan.

Jenkins, R.N. 1964 — The effect of different cultural treatments on the normal annual cycle of variation in the ammonia and nitrate - nitrogen contents of the soil. In Proceedings Nir. For. Conf. Kaduna, Nigeria.

Jones, M.J. 1973 — The organic matter content of the savanna soils of West Africa, J. Soil Sci. 24, 42-53.

Jones, M.J. 1971 — The maintenance of soil organic matter under continuous cultivation at Samaru. - J. Agric. Sci. 77, 473-82.

Juo, A.S.R. and Maduakor, H.O. 1974 — Phosphate sorption of some Nigerian soils and its effect on cation exchange capacity. Comm. Soil Sci. Plant Analysis 5, 479-497.

Kadeba, O. 1975 — Organic matter and nitrogen status of some soils from the savanna zone of Nigeria. (Sous presse).

Kadeba, O. 1973 — Effects of management practices on soil carbon, nitrogen and nitrogen availability in the Northern Guinea savanna. Paper presented at Nig. For. Conf. Enugu, Nigeria.

Kadeba, O. and Benjaminsen, J.N. 1975 — Contribution of organic matter and clay to the cation exchange capacity of soils in the savanna zone of Nigeria. Comm. Soil Sci. Plant Analysis. (Sous presse).

Moore, A.W. 1960 — The influence of annual burning on a soil in the Derive savanna zone of Nigeria. 7th Int. Cong. Soil Sci. Trans. IV, 257-264.

Nye, P.H. and Greenland, D.J. 1960 — The soil under shifting cultivation. Tech. Comm. 51, Com. Bur. Soils, Harpenden.

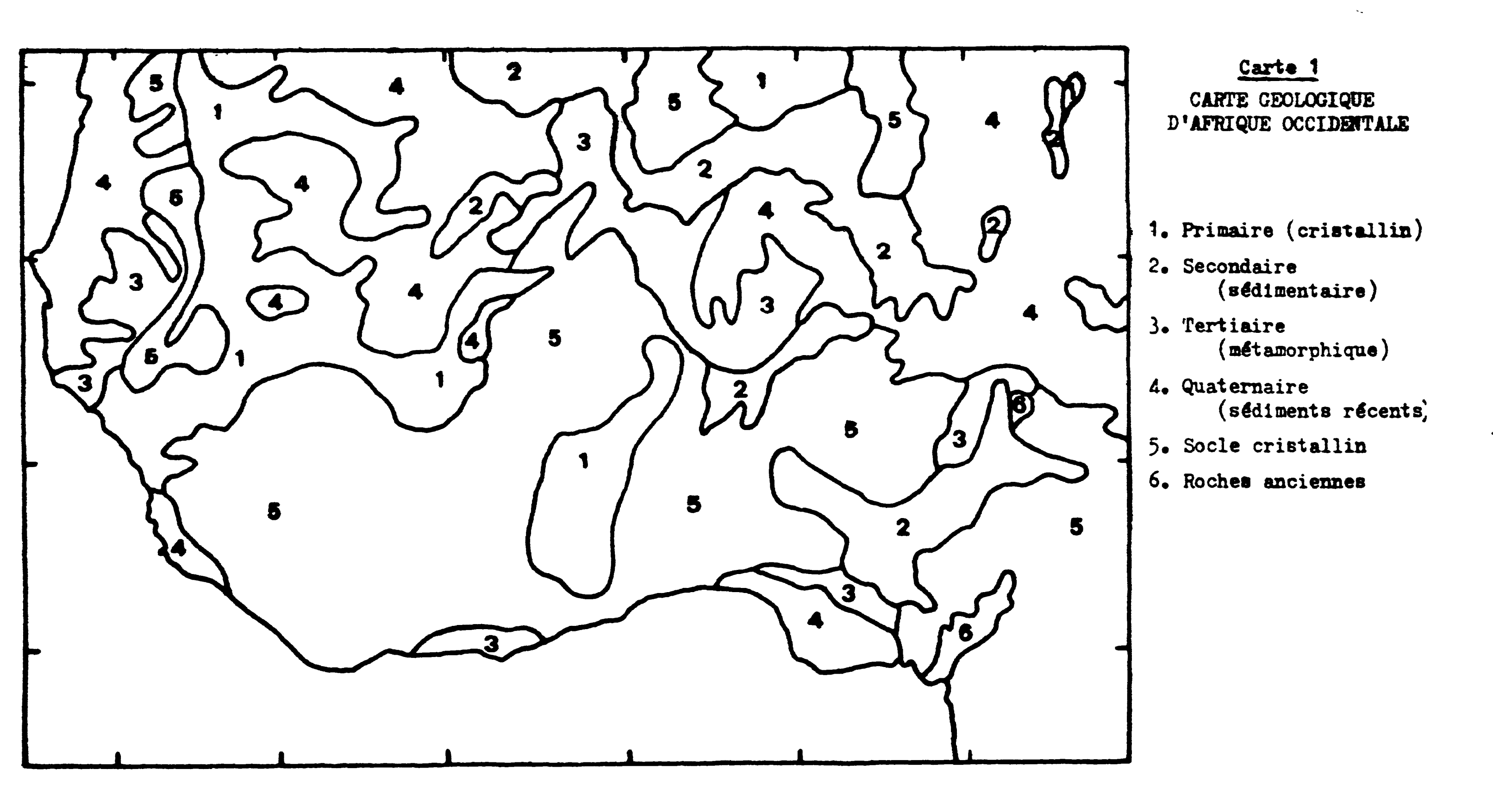
Omotosho, T.I. 1971 — Organic Phosphorus Contents of some cacao growing soils of southern Nigeria. Soil Sci. 112, 195-199.

Pugh, J.G. and Perry, A.E. 1960 — A short geography of West Africa. University of London Press Ltd., London.

Samie, A.G.A. 1973 — Contribution of rainfall to the moisture storage in some soils at the Afaka Forest Reserve, North Central State. Fed. Rep. of Nigeria, Research Paper No. 25.

U.S.D.A. 1938 — Soils and Men. Yearbook of Agriculture - United States Government Printing Office.

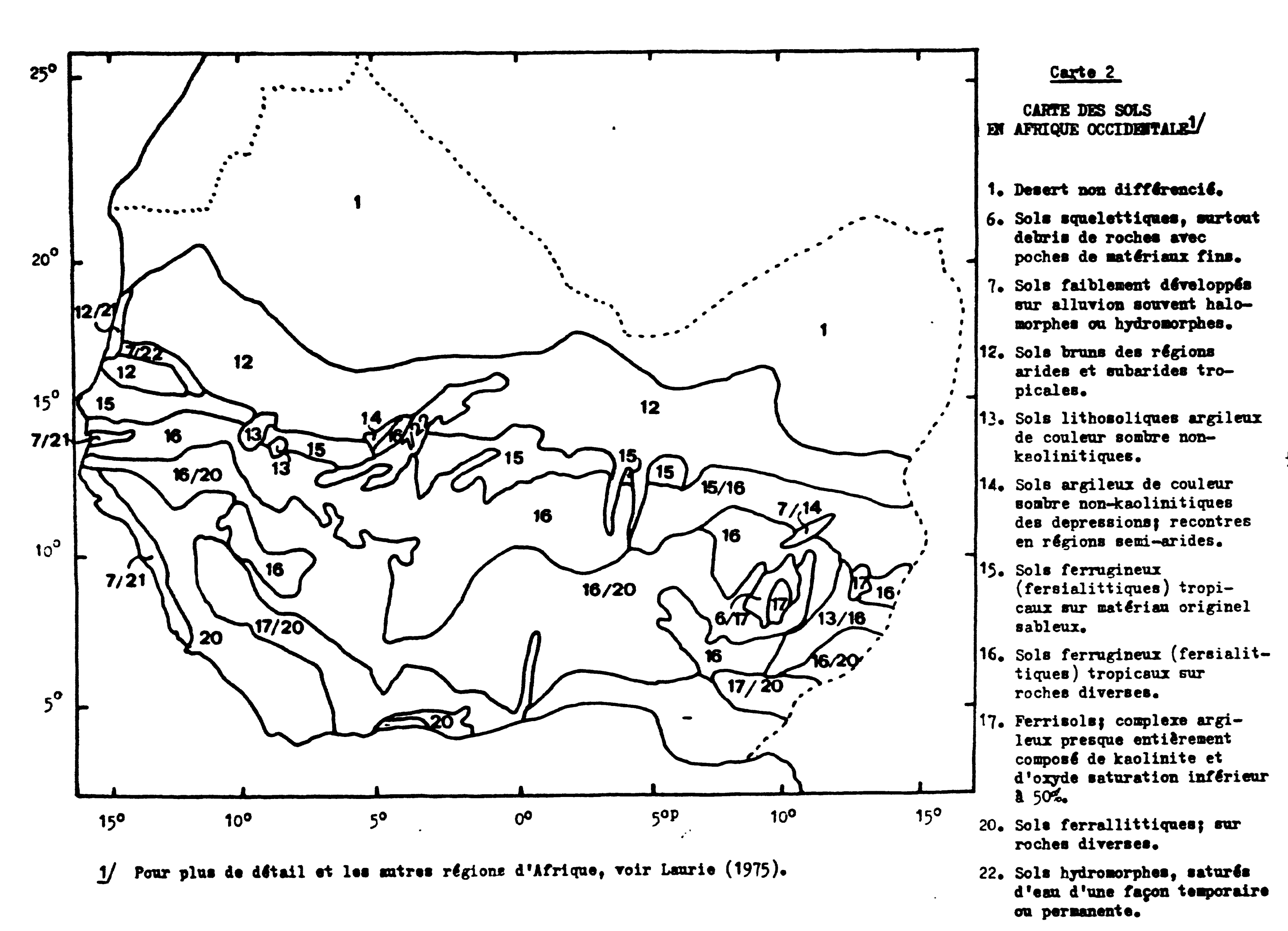
Wild, A. 1971 — The potassium status of soils in the savanna zone of Nigeria. Experimental Agriculture 7 (3): 257-270.



Carte 1

CARTE GEOLOGIQUE D'AFRIQUE OCCIDENTALE

1. Primaire (cristallin)
2. Secondaire (sédimentaire)
3. Tertiaire (métamorphique)
4. Quaternaire (sédiments récents)
5. Socle cristallin
6. Roches anciennes



Carte 2

CARTE DES SOLS EN AFRIQUE OCCIDENTALE 1/

1. Desert non différencié.
6. Sols squelettiques, surtout debris de roches avec poches de matériaux fins.
7. Sols faiblement développés sur alluvion souvent halomorphes ou hydromorphes.
12. Sols bruns des régions arides et subarides tropicales.
13. Sols lithosoliques argileux de couleur sombre non-kaolinitiques.
14. Sols argileux de couleur sombre non-kaolinitiques des depressions; recontres en régions semi-arides.
15. Sols ferrugineux (fersialittiques) tropicaux sur matérian originel sableux.
16. Sols ferrugineux (fersialittiques) tropicaux sur roches diverses.
17. Ferrisols; complexe argileux presque entièrement composé de kaolinite et d'oxyde saturation inférieur à 50%.
20. Sols ferrallittiques; sur roches diverses.
22. Sols hydromorphes, saturés d'eau d'une façon temporaire ou permanente.

1/ Pour plus de détail et les autres régions d'Afrique, voir Laurie (1975).

CLIMATS ET SOLS DE LA SAVANE ARIDE ET SEMI-ARIDE DE L'AFRIQUE DE L'OUEST[1]

J.C. Delwaulle
Centre Technique Forestier Tropical
Nogent-sur-Marne, France

TABLE DES MATIERES

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane

LES CLIMATS

Généralités

La classification des climats la plus couramment utilisée en Afrique francophone est celle établie par Aubréville et développée en particulier par cet auteur dans "Climats, Forêts et Désertification de l'Afrique Tropicale"(Aubréville, 1949) et dans sa "Flore Forestière Soudano-Guinéenne" (Aubréville, 1949). Ces climats ne sont décrits que d'une manière schématique dans "Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines" (FAO, 1975).

Le facteur biologique capital est la pluviosité en tenant compte, en premier lieu, de la durée de la saison sèche et de celle de la saison vraiment pluvieuse. Ce facteur est représenté par un "indice des saisons pluviométriques" qui comprend trois chiffres:

- le premier est celui du nombre des mois très pluvieux (> 100 mm)
- le troisième est celui du nombre des mois écologiquement secs (< 30 mm)
- le second, le moins fort en général, est celui des mois intermédiaires, ni secs ni humides

L'indice pluviométrique complète l'information sur la pluviosité, c'est la hauteur moyenne annuelle de pluie exprimée en mm.

Après la pluviosité, l'élément le plus important est le déficit de saturation et ses variations dans l'année. Malheureusement il n'existe qu'un petit nombre de stations qui mesurent le degré hygrométrique de l'air.

Enfin les températures moyennes, annuelles ou mensuelles, n'ont qu'une importance secondaire pour établir les divisions climatiques à l'intérieur de l'aire géographique concernée.

Cinq grandes catégories de climats dans l'Afrique tropicale ont été ainsi définis:

- climats tropicaux humides
- climats tropicaux semi-humides dont le type est le soudano-guinéen
- climat sahélo-soudanais
- climat sahélo-saharien
- climat saharien.

Nous ne nous intéresserons ici qu'aux trois derniers de ces climats.

Le climat sahélo-soudanais

C'est un type caractéristique du climat africain. Son aire s'étend en longue bande sensiblement parallèle à l'Equateur du Sénégal jusqu'aux montagnes de l'Ethiopie. Il est nettement continental et ne s'observe pas jusqu'à la mer elle-même. A l'Ouest il fait place à des climats maritimes qui peuvent être considérés comme des variantes du climat sahélo-soudanais (climat sahélo-sénégalais et climat de basse Casamance).

L'aire s'élargit sur 3 à 4° et ses limites sont légèrement inclinées sur les parallèles: limite N au Sénégal 16° lat. N, sur le Nil 12° ou 13° lat. N.

Température

Température moyenne annuelle:	26° à 31°5
Température moyenne mensuelle maximum:	30°5 à 36°5
Température moyenne mensuelle minimum:	24° à 28°2

Minimum: en janvier et en août
Maximum absolu: en avril/mai
Maximum relatif: en octobre

Pluies

Indice pluviométrique: 400 à 1 200 mm, presque toujours inférieur à 1 000 mm
Saison des pluies: courte à très courte, 2 à 4 mois très pluvieux maximum en août. Saison sèche: rigoureuse 6 à 8 mois secs, plus rarement 5.

Indice de saison des pluies:

2 - 2 - 8	3 - 2 - 7	4 - 3 - 6
3 - 1 - 8	4 - 1 - 7	4 - 2 - 6
2 - 3 - 7	2 - 4 - 6	4 - 3 - 5

Climat sahélo-sénégalais

Climat de transition entre le climat d'alizé marin de la côte sénégalaise et le climat continental sahélo-soudanais:

Température

Le régime thermique est de type sahélo-soudanais.

Température moyenne annuelle:	26°5 à 28°3
Température moyenne mensuelle minimum:	23° à 23°8
Température moyenne mensuelle maximum:	29° à 32°

Pluies

Indice pluviométrique: 500 à 900 mm
Saison des pluies: courte, de juin à octobre avec trois mois très pluvieux.
Indice des saison pluviométriques: 3 - 2 - 7

Climat guinéen de basse Casamance

Il s'agit d'un sous climat maritime du climat sahélo-soudanais rencontré en Gambie, basse Casamance, Guinée Bissau.

Température

Température moyenne annuelle:	25°2 à 26°3
Température moyenne mensuelle minimum:	23°2 à 24°6
Température moyenne mensuelle maximum:	26°5 à 27°8

Minimum absolu: en janvier
Minimum relatif: en août (contrairement au climat guinéen maritime)

Pluies

Indice pluviométrique: 1 200 à 1 750 mm
Indice des saisons pluviométriques: 4 - 1 - 7 ou 5 - 0 - 7

Climat sahélo-côte sénégalaise

Climat exceptionnel dû à l'influence, durant une grande partie de l'année, du souffle frais de l'alizé de l'Atlantique nord et durant une courte partie de l'année à l'influence de la mousson guinéenne. Ce climat est limité à une étroite bande côtière le long du littoral sénégalais.

Température

Ce climat est beaucoup moins chaud que le climat sahélo-soudanais, aux mêmes latitudes.

Température moyenne annuelle:	23°7 à 25°
Température moyenne mensuelle minimum:	20° à 21°6
Température moyenne mensuelle maximum:	28°4

Pluies

Indice pluviométrique: 400 à 550 mm
Indice des saisons pluviométriques: 2 - 1 - 9, 2 - 2 - 8, 2 - 3 - 7

Le climat sahélo-saharien

C'est un climat subdésertique de transition entre le climat sahélo-soudanais et le climat saharien. Son aire forme une longue bande traversant l'Afrique, de la Mauritanie à la mer rouge sur les franges méridionales du Sahara.

Température

Température moyenne annuelle:	24°5 à 28°5
Température moyenne mensuelle minimum:	18°5 à 21°
Température moyenne mensuelle maximum:	29°5 à 33°

Minimum absolu: en janvier, parfois un deuxième minimum en août,
Maximum absolu: en mai-juin

Pluies

Indice pluviométrique: 200 à 400 mm, maximum en août
Indices des saisons pluviométriques:

0 - 1 - 11, 1 - 0 - 11, 1 - 1 - 10, 0 - 3 - 9, 1 - 2 - 9,
2 - 1 - 9, 0 - 4 - 8, 1 - 3 - 8

Le climat saharien

L'isohyète 200 mm est la limite conventionnelle du climat saharien.

Température

Température moyenne annuelle:	27°5 à 29°
Température moyenne mensuelle minimum:	16° à 22°2
Température moyenne mensuelle maximum:	32°5 à 36°5

Maximum excessifs:	en juin ($t > 32°$)
Minimum absolus:	en janvier
Minimum relatif:	parfois en août
Maximum relatif:	en septembre/octobre

Pluies

Indice pluviométrique: 200 mm
Indice des saisons pluviométriques: 0 - 0 - 12, 0 - 1 - 11, 0 - 2 - 10, 0 - 3 - 9

LES MODIFICATIONS CLIMATIQUES

Les variations du climat à l'échelle géologique

Durant le Quaternaire et en particulier au cours du Pléistocène, le monde entier a subi des variations climatiques extrêmement fortes et, en Afrique, il a été possible de mettre en évidence trois grandes périodes pluviales: Kaguérien, Kamasien et Gamblier. Ces périodes humides ont eu une durée plus importante que les périodes arides intermédiaires.

C'est ainsi qu'au Gamblier, le Sahara a été particulièrement humide et ce en particulier entre le VIIIe et le IIIe millénaire avant J.-C. Entre 8000 et 6000, il a abrité une faune de type équatorial qui a attiré de nombreux chasseurs. De 6000 à 3000, des civilisations néolithiques ont fleuri dans le Sahara (Adrar des Iforas, Aïr, Tibesti) et le Ténéré "ce désert dans le désert" était alors un grand lac transformé en vastes marécages vers 3000.

Entre 3000 et 2500 il s'est alors produit une modification brutale du climat vers l'assèchement et les populations, suivant les vallées (l'oued Azaouak en particulier) se sont repliées vers le Sud.

Une masse d'hommes considérable s'est donc déplacée entre le 12e et le 15e parallèle entre 2500 et 500 avant J.-C.

Les découvertes des géologues et des préhistoriens sont corroborées par la présence d'espèces végétales qui ont pu subsister localement alors que leur milieu écologique se situe maintenant beaucoup plus au Sud. Ces espèces ont participé au recul général mais ont pu se maintenir dans certaines stations. Aubréville cite plusieurs de ces espèces:

- l'Anogeissus schimperii dont l'aire passe au nord de Tahoua, se maintenant difficilement le long des mares et des cours d'eau et dont la régénération est difficile;

- le Celtis integrifolia;
- le Daniellia oliveri;
- le tamarinier dont la régénération devient de plus en plus rare à observer.

D'autres espèces sont peut-être à rattacher aux précédentes: Diospyros mespiliformis Nitragyna intermis.

De ces constatations, on peut conclure à une avancée du désert au cours de la période géologique, avancée qui a laissé derrière elle quelques îlots de végétation plus méridionale, mais peut-on conclure à une avancée actuelle? Sans doute non, car inversement il demeure des vestiges d'une avancée plus au sud du désert. C'est ainsi que dans toute la zone sahélienne il reste des vestiges de nombreuses dunes, autrefois vivantes, qui sont actuellement fixées; les exemples les plus remarquables se trouvent dans le Ferlo, au Sénégal mais on les rencontre également au Mali, en Haute-Volta, au Niger, ne serait-ce qu'aux abords immédiats de Niamey. De même, il est souvent surprenant de rencontrer au Soudan des espèces à affinités nettement sahéliennes telles de nombreux acacias (Acacia gourmensis jusqu'à la frontière Ghana-Haute-Volta), et telle Balanites aegyptiaca que l'on rencontre jusqu'à Parakou au Dahomey. Le transport des graines par le bétail peut être parfois incriminé mais il n'est pas impossible qu'il s'agisse parfois de vestiges d'une avancée du Sahara plus prononcée qu'à l'heure actuelle.

Cette analyse ne nous permet pas d'expliquer la désertification actuelle de l'Afrique. Il nous faut donc voir maintenant comment le climat actuel évolue.

Evolution actuelle du climat

Etudier l'évolution du climat, c'est essentiellement tenir compte des variations de la pluviométrie au cours des ans. Or, en un lieu donné, les variations entre les années sont souvent très importantes. Voici par exemple les variations enregistrées à Niamey de 1948 à 1952:

1948..............................	657,5 mm
1949..............................	357,5 mm
1950..............................	596,5 mm
1951..............................	566 mm
1952..............................	900,5 mm

On conçoit dans ces conditions qu'il est aventureux de tirer des conclusions sur un faible nombre d'années. C'est ainsi qu'au cours de la période 1961-1970, on a enregistré à Niamey de 1961 à 1965 une moyenne de 657,3 mm contre 589,6 mm seulement de 1966 à 1970, ce qui fait crier à la désertification rapide par les prophètes de malheur.

Pour tenter de voir si on pouvait dégager une évolution de la pluviométrie, nous avons consulté les relevés météorologiques des postes implantés au Niger depuis 1932 ou avant, soit 13 postes et nous avons établi la moyenne de la pluviométrie pour les n/2 premières années et les n/2 dernières années (lorsque le nombre de relevés est impair, l'année centrale a été comptée dans la première et dans la seconde moitié). Voici les résultats arrêtés en 1970:

	Nombre de relevés	Moyenne pluviométrique mm		Maximum enregistré	Minimum enregistré
		1e moitié	2e moitié		
Agades	48	157,3	168,6	288,2	39,7
Bilma	48	19,1	18,1	63,5	0
Dogon-Doutchi	46	647,3	586,7	1 011,6	358,6
Dosso	36	701,2	658,8	1 048,0	433,1
Filingué	39	483,0	670,5	878,3	284,4
Gaya	36	831,5	887,5	1 108,1	655,7
Maradi	39	617,5	623,0	928,1	362,3
Mguigmi	47	186,6	242,5	472,4	40,9
Niamey Ville	50	594,2	603,9	900,5	308,8
Say	46	674,5	660,8	957,1	341,9
Tahoua	47	366,2	446,5	611,1	208,6
Tillabéry	47	483,8	506,8	746,1	265,9
Zinder	49	528,8	511,7	800,3	230,3

De tels chiffres doivent être manipulés avec précaution car il est certain que tous les relevés n'ont pas toujours été effectués avec la rigueur voulue. D'autre part, les variations annuelles sont telles et l'amplitude de cette variation est si importante qu'il nous paraît illusoire de tirer des conclusions sur un maximum de cinquante ans d'observations.

Ces chiffres pourraient amener à conclure qu'il y a plutôt une tendance à la réhumidification (8 postes sur 13 sont en augmentation). Nous n'irons cependant pas jusque-là et nous conclurons simplement que les statistiques météorologiques dont nous disposons actuellement ne sont pas assez sûres et surtout portent sur une période trop courte pour que nous puissions nous prononcer sur l'évolution actuelle du climat.

Quoi qu'il en soit, les chiffres cités ci-dessus montrent au moins que si évolution il y a, cette évolution est extrêmement lente et ne saurait expliquer la désertification rapide se déroulant actuellement. Il nous faut donc trouver d'autres causes de la désertification que la modification du climat.

Disons enfin qu'il semble y avoir, d'une manière dont le périodisme est loin d'être certain, certaines périodes nettement plus sèches que d'autres.

Notre conclusion est donc identique à celle que formulait Aubréville en 1936: rien ne laisse apparaître jusqu'à présent aucune tendance vers un changement permanent du climat. L'étude poussée de celui-ci serait cependant extrêmement précieuse, car la pluviométrie est loin d'être le caractère le plus intéressant: la répartition des pluies, la durée de la saison pluvieuse sont des caractères autrement utiles à l'agronome et au forestier.

LE CHOIX DES ESPECES FORESTIERES EN FONCTION DU CLIMAT ET DES DIFFERENTS TYPES DE SOLS

Le climat

Laurie (FAO 1975) identifie différentes espèces actuellement utilisées pour le reboisement en fonction des zones de climat dans la savane africaine.

Les différents types de sols

Il n'est pas dans notre intention de donner ici un cours de pédologie qui échapperait d'ailleurs à notre compétence. Disons tout de suite qu'il n'existe pas, à notre connaissance, d'essai statistique sérieux effectué jusqu'à présent permettant de répondre d'une manière précise et objective à la question suivante: "Pour telle espèce, quel est le type de sol qui est particulièrement adapté" ou à la question inverse "Sur tel type de sol quelle est l'espèce qui donnera les meilleurs résultats".

Pour tenter de tels essais il faut en effet disposer de terrains variés souvent difficiles à obtenir et à réaliser plantation et répétition à la même époque et avec des techniques similaires avec le risque de pluviométrie variable. Un tel essai devrait être entrepris en Haute-Volta en 1976.

Les connaissances forestières en la matière revêtent donc un caractère subjectif qui n'en est pas moins précieux.

Les peuplements de production

L'objectif du projet est de fournir le maximum de bois à l'unité de surface. Le but essentiel de cette production est le ravitaillement de la ville de Ouagadougou en bois de chauffage et en perches, étant bien entendu que l'on doit se placer dans le contexte d'une rentabilité maximum. A partir du moment où l'objectif production prime sur tous les autres, il est évident que ce seront les terres agricoles riches qui assureront la meilleure production. Dans cet esprit, les cartes de vocations telles qu'elles ont été réalisées jusqu'à présent ne sauraient recueillir notre assentiment. En effet, après une étude pédologique morphopédologique, les terres sont généralement classées de la manière suivante:

- les sols les plus riches sont définis comme étant à vocation agricole,
- les terres de bas-fond, généralement inondées durant la saison de culture, sont définies comme étant à vocation pastorale,
- les sols, où visiblement il n'est possible de rien réaliser (pointement granitique, dalle latéritique) sont classés comme étant des sols sans vocation: aucune utilisation agronomique, forestière ou pastorale,
- le reste des terrains alors disponible est distribué, d'une manière peut-être un peu arbitraire, entre des sols à vocation forestière et pastorale et des sols à vocation uniquement forestière.

Ce classement ne nous convient nullement car à notre sens les sols les plus riches sont des sols à vocation de production, que cette production soit agricole, forestière ou fourragère. Par contre, les sols définis précédemment comme étant à vocation forestière ou pastorale n'ont généralement pas de vocation de production sauf cas particulier.

Un réel aménagement consisterait à une mise en valeur intensive des terres riches dans les trois domaines agricole, forestier et pastoral et donc à une répartition de ces terres. Quant au reste du terroir, il serait aménagé d'une manière extensive, la forêt naturelle faisant l'objet d'un aménagement et de coupes périodiques.

Le choix des espèces en fonction des sols sous l'isohyète 800 mm

Les espèces que nous allons passer en revue sont toutes susceptibles de produire beaucoup de bois. Elles en produiront d'autant plus que le terrain sera meilleur et d'autant moins que le terrain sera plus pauvre.

L'Eucalyptus camaldulensis. Nos comparaisons entre stations ont montré qu'il était possible de faire pousser l'Eucalyptus camaldulensis un peu sur n'importe quelle station. Il s'agit en effet d'une espèce étonnamment plastique et ce sera certainement elle qui sera utilisée pour la majorité des plantations.

Il faut cependant dire que cette espèce est ici à la limite écologique de son aire et, dans ce sens, on peut dire qu'il s'agit d'une espèce non adaptée même si nous en recommandons l'emploi.

Sa longévité est en effet très courte, et elle commence à dépérir dès la sixième ou septième année ce qui fait que les plantations seront en fait exploitées peu de temps avant leur disparition naturelle si on n'intervenait pas.

Gmelina arboréa. Cette espèce a été importée des Indes orientales et les provenances importées sont adaptées à une pluviométrie de l'ordre de 1 000 à 1 300 mm. Son utilisation sous l'isohyète 800 mm la sort donc de son aire d'utilisation normale mais elle est encore possible et intéressante. Il faudra cependant lui réserver les sols conservant le mieux l'eau dans le sol tout en évitant les bas-fonds mouilleux où l'espèce ne se plaît pas.

L'Azadirachta indica. Le Neem est une espèce étonnament plastique qui peut parfaitement réussir jusqu'à l'isohyète 400 mm. Il est probable que son aire de prédilection est voisine des 800 mm. On constate parfois la régénération du Neem sous lui-même dans cette zone ce qui est un excellent critère d'adaptation.

Du point de vue sol, les meilleures conditions sont réalisées avec un sol léger avec présence d'une nappe phréatique à 1,5 m - 2,5 m de profondeur mais ce sont là des conditions assez exceptionnelles. La plasticité de l'espèce est cependant telle qu'aucune exclusive ne peut être lancée contre lui à l'exception des sols trop lourds qu'il y a lieu d'éviter.

Le Cassia siaméa. C'est une espèce qui peut, comme le Neem, donner de bons résultats avec des pluviométries aussi éloignées que 500 mm ou 1 500 mm.

Le parallèle s'arrête là, car, contrairement au Neem, il est peu plastique du point de vue sol, exigeant pour avoir une croissance correcte, un sol riche, profond ni trop léger ni trop lourd. On éliminera donc en particulier les sols vertiques ou les sols trop filtrants pour lui réserver les sols bruns hydromorphes.

BIBLIOGRAPHIE

Aubréville, A. 1949 — Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales.

Aubréville, A. 1950 — Flore forestière soudano-guinénne, Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales.

FAO 1975 — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines, par Monsieur V. Laurie. Collection FAO: mise en valeur forestière, N° 19, Rome.

ESSAIS D'ESSENCES ET DE PROVENANCE DANS LA SAVANE DU NIGERIA [1/]

G.O.A. Ojo
Forest Research Institute of Nigeria
Ibadan, Nigeria

D.E. Iyamabo
Agricultural Research Council, Moor Plantation
Ibadan, Nigeria

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

Il y a environ soixante ans que des essais concernant les espèces ont commencé dans les zones de savane nigeriane afin de trouver une solution aux conditions propres à cette région. Les zones boisées naturelles sont peu abondantes en savane et d'un faible rendement (Jackson et Ojo, 1970) et ont souffert, le plus souvent, d'un abattage démesuré dans le passé. Les arbres ont en pratique disparu près des grandes villes et des agglomérations, ce qui a entraîné ainsi des pénuries aiguës de bois. Il en est résulté l'introduction de quelques espèces comme Azadirachta indica A. Juss (neem), Dalbergia sisoo, Gmelina arborea L. and Tectona grandis L.f. (teak). Les plantations effectuées pour le bois de feu autour des villes telles que Sokoto, Katsina, Nguru, Hadeija, Maiduguri, etc. sont un témoignage des efforts des premiers forestiers.

Ce n'est cependant pas avant 1959 qu'un programme détaillé et complet sur des essais d'essences a été mis en place; les essais de provenance sont encore plus récents, les premiers ayant été établis en 1964. Cent trente espèces à peu près ont été essayées

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane.

jusqu'ici, parmi lesquelles quelques espèces indigènes - environ vingt pins "tropicaux" et soixante eucalyptus.

METHODOLOGIE

L'objectif premier des essais d'espèces est de tester des plants dont l'origine des semences et les traitements en pépinière sont identiques, simultanément sur des sites couvrant une gamme de conditions climatiques différentes, en les éduquant et en les entretenant de façon semblable.

La savane occupe 17 des 19 états du Nigeria et couvre environ 85 pour cent du pays, soit environ 800 000 km^2 (300 000 miles carrés). Les écologistes, dont Keay (1955), reconnaissent quatre zones différentes, à savoir: la Guinée du sud, la Guinée du nord, le Soudan et le Sahel. En plus de ces quatre zones de vraie savane, on distingue une zone de transition (en bordure de la forêt humide) ou savane secondaire. Ces zones correspondent bien au climat - accroissement de la longueur de la saison sèche, du sud au nord et décroissement des moyennes de précipitations annuelles, du sud au nord.

Il avait donc été admis, dès le début, que toutes les réserves forestières ne pourraient pas être couvertes en même temps par les essais et qu'il faudrait choisir des sites représentatifs. Il avait aussi été admis qu'on ne ferait les essais que dans les meilleurs sites disponibles pour le reboisement. Initialement, un ou deux sites seulement avaient été choisis dans chaque zone de végétation et tous les jeunes plants avaient été éduqués dans une pépinière centrale sous étroite surveillance. On avait étendu par la suite les plantations à cinquante autres sites environ. Cela avait nécessité l'éducation de jeunes plants dans différentes pépinières très dispersées d'où une surveillance plus relâchée. La valeur des informations supplémentaires obtenues à partir de ces sites avait diminué, par suite du manque d'uniformité des jeunes plants. De plus, les soins et l'entretien avaient varié également du fait d'une surveillance peu adéquate. Il était donc devenu évident que le nombre de sites devait être limité à un ou deux à l'intérieur de chaque bande de végétation. Ces considérations avaient conduit au développement des zones expérimentales actuelles de Yambawa, Afaka, Mokwa, Miango et Nimbia.

PROCEDE UTILISE

Le procédé utilisé, qui a été décrit entièrement par Kemp (1969), comporte trois stades, à savoir : a) essais d'élimination des espèces, b) essais de croissance et, c) essais de plantation.

Essais d'élimination des espèces

Ces essais avaient commencé sous forme de parcelles de 9 arbres, suivant un dispositif de blocs distribués au hasard, et 4 répliques mais avec 1 réserve comprenant une grande parcelle de 36 plants de chaque espèce dans chaque essai. L'idée avait été de maintenir les plus grandes parcelles comme arboretums après l'évaluation finale des essais à la fin de la seconde saison sèche. La mortalité élevée de la plupart des espèces avait conduit à accroître la dimension de la parcelle à 25 arbres et à cesser les plus grandes parcelles d'arboretums.

La distance normale de plantation de 1,8 m x 1,8 m (6 ft x 6 ft) avait été utilisée au début mais elle avait été ramenée à 0,9 m x 0,9 m (3 ft x 3 ft) en 1962 pour réduire les coûts d'entretien et les possibilités de variations de terrain à l'intérieur de chaque aire d'essais.

Certaines critiques ont été faites à l'encontre de cette première étape.

a) Le degré de répétition est considéré comme n'étant pas nécessaire pour distinguer de si grandes différences de survivance et de croissance telles que les expériences devaient le démontrer et, en fait, l'analyse statistique des résultats n'a jamais été faite.

Bien qu'il soit vrai que l'analyse statistique n'était pas nécessaire pour distinguer les fortes différences de survivance et de croissance, les conditions du sol de la savane, qui varient beaucoup sur de courtes distances, rendent les répétitions très importantes.

b) Deux années ne sont pas suffisantes pour évaluer la potentialité, même en ce qui concerne les plants qui survivent dans certains cas.

Cette critique est justifiée et, dans la pratique, on a porté la durée de l'essai à quatre ans parce que certaines espèces démarrent lentement tandis que d'autres peuvent montrer rapidement leur valeur future. Cela a causé d'autres difficultés du fait que les espèces très vigoureuses tendaient à supprimer celles croissant dans les parcelles adjacentes. La solution à ce problème doit consister en une augmentation de la distance de plantation jusqu'à 5 à 6 ft (1,5 à 1,7 m).

c) Les sujets n'avaient pas été plantés dans les conditions normales appliquées sur le terrain, c'est-à-dire largement espacés et sarclés mécaniquement.

Le critère est injustifié puisqu'il n'y avait pas de technique de plantation en usage quand les essais ont commencé et que le personnel forestier ne disposait pas d'équipement agricole. La technique de plantation, avec mécanisation, avait été développée en utilisant certaines des espèces choisies au commencement des essais d'élimination. Dans tous les cas, les espèces choisies poussent mieux avec traitement mécanique qu'avec traitement manuel (Iyamabo et Ojo, 1971). Par ailleurs, les résultats en Nigeria s'accordent d'une façon très étroite avec ceux d'autres parties du monde puisqu'aucune des espèces qui avaient échoué ici n'a réussi dans une autre aire similaire du monde. On peut cependant conclure qu'aucune espèce n'a été perdue par cette méthode d'entretien.

d) Les parcelles ne servaient pratiquement plus à un autre travail une fois atteint leur but premier :ce stage est-il en fait nécessaire s'il doit être suivi d'un second stage de répétition des essais avec des parcelles individuelles de 100 arbres ?

Les essais d'élimination ne visaient pas davantage qu'à éliminer les espèces inutiles. La seconde étape se propose de fournir toutes les autres informations exigées des espèces choisies. Le temps de décalage nécessaire pour obtenir ces données (2 à 4 ans), si les essais d'élimination des espèces ont été plus importants, est plus que compensé par la réduction des coûts et de l'espace utilisé. On doit se rappeler qu'un quart ou la moitié seulement des espèces atteignent la seconde étape et, si les essais sont répétés deux ou trois ans de suite, l'aménagement des zones expérimentales sera difficile du fait des parcelles non occupées.

C'est pourquoi les auteurs recommandent que 1) cette étape soit maintenue pour l'introduction d'espèces, avec répétitions ou non (cela dépend de la variabilité du sol aux endroits où l'on envisage le reboisement) et que 2) l'espacement soit déterminé par la technologie actuelle et les facilités de la région où l'on introduit les espèces. Par exemple, si le Nigeria voulait essayer de nouvelles espèces dans les zones de savane, ces espèces devraient probablement être plantées de 2,8 m en 2,8 m (9 ft x 9 ft), sur 0,4 ha (1 acre) et dans un coin des plantations annuelles.

<u>Essais de croissance des espèces</u>

Ils se pratiquent d'habitude selon un dispositif de blocs distribués au hasard ou de carrés latins, avec quatre répétitions. La distance de plantation était au début de 1,8 m x 1,8 m (6 ft x 6 ft) et, après l'introduction d'engins mécaniques, de 2,7 m x 2,7 m (9 ft x 9 ft) ou de 2,7 m x 1,8 m (9 ft x 6 ft) selon que les travaux mécanisés étaient

effectuées dans une ou deux directions. Les essais sont évalués pour la durée totale de rotation des espèces.

Essais de plantation

Cette troisième étape se déroule sur des parcelles non répétées où les distances de plantation sont normales, y compris une aire de 0,4 à 2 ha ou plus. L'idéal serait de réserver cette étape aux espèces qui ont passé le cap des essais de croissance; en pratique, les espèces qui ont donné des résultats satisfaisants pendant cinq ans sont retenues.

Le but est d'obtenir des données quantitatives sur les rendements de récoltes dans des conditions de plantation, en plus des renseignements à fournir sur les problèmes rencontrés lors de plantations à plus grande échelle que celle des petites parcelles d'essais. Ces essais fournissent aussi du matériel pour les recherches expérimentales futures tel que ceux portant sur les éclaircies et l'élagage.

Les évaluations suivent la procédure habituelle des parcelles d'essais.

RESULTATS

Quelques espèces ont émergé de ces trois stades et forment aujourd'hui la base du reboisement des zones de savane. A ce point, le procédé employé a pu être considéré comme ayant atteint son but. Bien que certaines espèces essayées et rejetées aient pu promettre davantage - si certaines techniques améliorées avaient été employées (culture mécanisée, applications de bore aux eucalyptus et de phosphates aux pins) - nous pensons qu'aucune espèce importante n'a été oubliée.

Des résultats détaillés ont été publiés par Kemp (1969); l'appendice 1 donne la liste des espèces employées lors des essais. Les résultats peuvent être résumés comme suit.

Zone soudanienne

Plus de 40 espèces ont été testées mais pour la plupart le résultat a été tout à fait négatif. Aucune espèce jusqu'ici n'a donné de meilleurs résultats que le Neem (Azadirachta indica) dans les endroits qui lui sont favorables. L'Eucalyptus microtheca a fait preuve constamment d'un degré de survivance élevé et de croissance satisfaisante; son principal défaut est la forme imparfaite de son tronc. L'Eucalyptus camaldulensis, provenance Katherine, s'est montré prometteur. L'Eucalyptus tesselaris a montré une grande survivance mais son taux de croissance en hauteur et en diamètre est faible. Un trait intéressant de cette zone est le succès remporté par les espèces indigènes. Parmi ces espèces, on trouve Acacia albida, A. senegal et A. nilotica qui sont plantés pour la récolte de produits spéciaux tels que respectivement le fourrage et l'ombre durant la saison sèche, la gomme arabique et le tanin.

Zone guinéenne septentrionale

Les progrès les plus encourageants ont été accomplis ici. Trente-six espèces, parmi lesquelles vingt eucalyptus, ont atteint le stade des essais de croissance, et quinze d'entre eux le stade des essais de plantation. Parmi celles-ci, on trouve Pinus caribaea, P. oocarpa, P. merkusii, P. kesiya, Eucalyptus camaldulensis, E. tereticornis, E. citriodora, E. "saligna" (hybride), E. cloesiana, E. punctata, E. propinqua.

Une leçon importante apprise ici est le succès précoce de certaines espèces qui ont échoué par la suite. Parmi ces "espèces précoces" on trouve Acrocarpus fraxinifolius, Eucalyptus pilularis, E. robusta, Albizia lebbek and Callitris intratropica. Si les différents stades

des essais n'avaient pas été effectués entièrement avant qu'un choix ne soit établi pour les travaux de plantation dans cette zone, toutes ces espèces auraient pu être retenues mais le résultat se serait traduit par un gaspillage important de fonds quelques années plus tard.

Zone guinéenne méridionale et savane secondaire

En général, les résultats obtenus pour ces zones correspondent à ceux de la Guinée du nord, excepté pour les pins pour lesquels on n'a pas trouvé de technique de plantation qui ait donné de bons résultats. On ne pourra vraisemblablement établir de plantations de pins ici tant qu'une mycorhize adéquate (qui peut supporter des températures élevées) n'aura été introduite 1/. Cependant, dans cette zone le teck et le Gmelina sont les espèces couramment plantées.

Sur le plateau de Jos, 1 300 m (4 000 ft) les espèces telles que Pinus caribaea, P. kesiya, P. oocarpa et P. merkusii se sont montrées prometteuses. La liste des eucalyptus est la même que pour la Guinée septentrionale.

A l'altitude encore plus élevée du plateau de Mambilla, 2 000 m (plus de 6 000 ft), Pinus patula et P. merkusii se sont montrés intéressants. Cupressus lusitanica pousse bien dans cette région. Eucalyptus grandis (probablement un hybride mais différent de celui croissant à basse altitude) qui avait été introduit de Bamenda (Cameroun), il y a à peu près trente ans, présente la meilleure croissance parmi les espèces d'eucalyptus testées jusqu'ici. La croissance de quelques pieds isolés d'Eucalyptus globulus laisse supposer que des essais de cette espèce et d'autres eucalyptus qui préfèrent des climats plus frais vaudraient la peine d'être effectués.

ESSAIS DE PROVENANCE

Quelques-uns des premiers essais d'espèces ont comporté plusieurs provenances pour une même espèce et, d'après ceux-ci et d'autres essais réalisés, il est clair que la provenance est très importante pour certaines espèces, spécialement celles qui ont une vaste aire géographique naturelle. Les essais de provenance constituent donc une étape logique après les essais d'espèces. Des essais systématiques de provenances pour Eucalyptus camaldulensis ont commencé en 1967 et pour les pins en 1968. Ces essais ont depuis lors été étendus aux Eucalyptus tereticornis, E. citriodora, E. grandis, E. saligna, E. decaisneana, E. alba, E. cloeziana, Pinus caribaea, P. oocarpa, P. kesiya, P. merkusii et Tectona grandis.

La plupart de ceux-ci sont des répliques des essais internationaux effectués avec des semences fournies par le "Commonwealth Forestry Institute" d'Oxford (Pinus caribaea et P. oocarpa), le "Forestry Research Institute", de Canberra, Australie (P. kesiya), et le Comité de la recherche forestière méditerranéenne (E. camaldulensis).

Un rapport complet concernant les résultats des essais de provenance pour Eucalyptus camaldulensis a été fourni par Jackson et Ojo, 1973. Les résultats importants sont les suivants :

1. la croissance, de loin supérieure, de la provenance "Petford" dans la zone guinéenne.

2. la survivance élevée de la provenance "Katherine" dans la zone soudanienne, et sa bonne venue générale dans les autres zones excepté dans la zone du Sahel.

1/ Voir aussi l'article de Momoh, Odeyinde et Gbadegesin intitulé : "Le rôle des mycorhizes dans les boisements - L'expérience nigériane", page 114.

3. la supériorité générale des provenances des régions nord de l'Australie à pluies d'été - excepté à nouveau pour la zone du Sahel - et la supériorité de la provenance du Lac Albacutya.

4. La grande amélioration du volume de production qui peut être obtenue par l'emploi de la meilleure provenance. A Afaka, le rapport des volumes entre les meilleures et les plus mauvaises provenances est de 3,4 à 1.

Les résultats préliminaires concernant les essais de provenance des pins ont été publiés par Ojo et Shado, en 1973. Les résultats sont résumés comme suit:

i) Pinus caribaea var. hondurensis est à préférer à toutes les autres variétés; le Belize (Honduras britannique) et le Guatemala constituent vraisemblablement les meilleures sources de graines.

ii) Pinus oocarpa a une meilleure croissance que P. caribaea et la seule origine de graines à écarter pour le moment est la provenance mexicaine à cause de la forme imparfaite de son tronc (sur le plateau de Jos) et de sa faible production à basse altitude.

iii) Pinus kesiya et Pinus merkusii vont vraisemblablement rester des essences d'appoint pour la foresterie en Nigeria.

BIBLIOGRAPHIE

Iyamabo, D.E. et Ojo, G.O.A. 1971 — Plantation establishment techniques in the savanna areas of Nigeria. Nigerian Journal of Forestry 1 (1).

Jackson, J.K. et Ojo, G.O.A. 1970 — Productivity of natural woodland and plantations in the savanna zones of Nigeria. Nigerian Journal of Forestry 1 (2).

Jackson, J.K. et Ojo, G.O.A. 1973 — Provenance trials of Eucalyptus camaldulensis in the savanna region of Nigeria. Research Paper No. 14, Savanna Forestry Research Station Series, Samaru, Zaria.

Keay, R.W.J. 1955 — An outline of Nigerian vegetation (2nd Ed.). Govt. Printer, Lagos

Kemp, R.H. 1969 — Trials of exotic species in the savanna region of Nigeria. Part 1. Aims, procedure and summary of results. Savanna Forestry Research Station, Samaru, Research Paper No.4.

Ojo, G.O.A. et Shado, M.B. 1973 — Preliminary results of pine provenance trials in the savanna areas of Nigeria. Research Paper (Savanna Series) No. 19., Fed. Dept. of Forest Research.

APPENDICE 1

Liste des espèces utilisées dans les essais d'essences

Acacia cyanophylla
Acrocarpus fraxinifolius
Albizia falcataria
A. lebbek
Araucaria cunninghamii
Astronium urundeuva
Azadirachta indica
Baikiaea plurijuga
Callitris endlicheri
C. huegelii
C. intratropica
C. robusta
Cassia siamea
Cedrela odorata
Ceratonia siliqua
Chlorophora regia
Cryptomeria japonica
Cupressus arizonica
C. lindleyi
C. lusitanica
Dalbergia latifolia
D. sissoo
Eucalyptus alba
E. albens
E. astrigens
E. bicolor
E. blakelyi
E. bleeseri
E. bridgesiana
E. calophylla
E. camaldulensis
E. campanulata
E. citriodora
E. citriodora x E. torelliana
E. cladocalyx
E. cloeziana
E. corymbosa
E. crebra
E. deglupta
E. fastigata
E. gomphocephala
E. grandis
E. hemiphloia
E. intertexta
E. kirtoniana (hyb.)
E. laevopinea
E. leucoxylon
E. maculata
E. marginata
E. melliodora
E. micrantha
E. microcorys
E. microtheca
E. obliqua
E. occidentalis
E. oleosa
E. paniculata
E. patens
E. pilularis
E. polycarpa
E. propinqua
E. punctata
E. robusta
E. rudis
E. saligna
E. salmonophloia

E. sideroxylon
E. tereticornis
E. tereticornis (Mysore)
E. tereticornis (Zanzibar)
E. tessellaris
E. tetrodonta
E. torelliana
E. transcontinentalis
E. viminalis
E. wandoo
E. woollsiana
Melaleuca leucadendron
Pinus ayacahuite
P. canariensis
P. caribaea
P. douglasiana
P. elliottii



P. engelmannii
P. halepensis
P. kesiya
P. leiophylla
P. luchuensis
P. massoniana
P. michoacana
P. montezumae
P. oocarpa
P. palustris
P. patula
P. pseudostrobus
P. radiata
P. sabiniana
P. taiwanensis
P. teocote
Widdringtonia cupressoides
W. schwartzii



Malgré des premiers essais encourageants avec le Pinus kesiya - notamment celui des Philippines que l'on voit sur cette photographie - l'espèce dans l'ensemble n'a pas bien réussi au Nigeria en-dessous de 1 200 m d'altitude, où il semble que sa croissance soit retardée par la température elevée. Aux altitudes supérieures sa croissance n'a pas été aussi bonne que celles du P. oocarpa ou du P. caribaea.

LES ESSAIS DE PROVENANCE

R. H. Kemp
Unit of Tropical Silviculture
Commonwealth Forestry Institute
Oxford, Royaume-Uni

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

Les essais de provenance sont la continuation logique du processus de sélection qui a commencé avec les essais d'élimination d'espèces et la méthode utilisée est sensiblement la même. Il existe cependant une différence fondamentale qui touche tous les stades de la recherche sur les provenances, depuis la prospection et la récolte des semences jusqu'aux essais sur le terrain et leur évaluation. Tandis que dans les essais d'espèces on essaie de déterminer rigoureusement les valeurs comparatives des populations dont on sait qu'elles sont génétiquement différentes, on s'efforce dans les essais de provenance de dégager des différences qu'on ne peut au départ que soupçonner. Ces essais visent donc entre autres à établir s'il existe des différences réelles entre les populations, et à en déterminer la valeur comparative, aux fins d'utilisations particulières dans divers milieux.

Définition du terme "provenance"

On a publié plusieurs définitions du terme "provenance" (voir récapitulation de Jones et Burley, 1973); dans le présent exposé, toutefois, ce mot s'applique au lieu où pousse tout peuplement forestier ou à la graine tirée de ces arbres. Pour un peuplement indigène, la provenance est aussi l'origine, mais pour un peuplement d'essence exotique, l'origine

est l'endroit d'où proviennent initialement les semences ou les plants. Ces différentes utilisations du mot "provenance" sont en conformité avec les définitions de l'O.C.D.E. 1/ et largement acceptées désormais.

PLANIFICATION DES ESSAIS DE PROVENANCE

Il est nécessaire de procéder à des expérimentations comparatives, bien conçues, pour déterminer les différences génétiques entre les populations. Les principes régissant la localisation, le dispositif, la répétition et l'aménagement des essais de provenance sont les mêmes que pour les essais d'espèces, mais il faut, pour les premiers, exercer un contrôle encore plus serré, à tous les stades. On ne saurait donc trop souligner la nécessité de plans de contrôle définissant clairement les objectifs et la durée prévue de l'expérience, ainsi que les méthodes et les ressources à employer. Etant donné que les semences représentatives aux fins de recherche sur les provenances sont plus difficiles à obtenir que des échantillons individuels d'espèce et que leur collecte peut exiger des expéditions spéciales, il faut commencer à planifier les essais de provenance plusieurs années avant leur exécution effective sur le terrain.

Echelonnement des essais

Trois phases successives d'essais de provenance sont habituellement conseillées (par exemple dans : Burley 1969, Kleinschmit 1974). La première, à l'échelle de l'habitat, a pour objet d'examiner l'importance et la structure des variations inhérentes entre populations (provenances); elle peut faire ressortir les grandes régions propres ou non à devenir des sources d'approvisionnement en semences, pour un lieu donné d'introduction. Cette phase est analogue à l'essai d'élimination d'espèces, mais le nombre de provenances peut être élevé ou non, selon l'étendue de l'aire de dispersion naturelle, et la variabilité de l'espèce, et de ses milieux dans cet habitat. Ce nombre ne devrait pas être inférieur à 5 et l'on recommande 10 à 30 sources largement espacées (Lines, 1967). De grandes parcelles ne sont pas nécessaires, vu que la durée de l'essai n'excède guère en général plus de la moitié du temps de rotation. Ces essais peuvent avoir lieu sur 2 ou 3 grands types de sites.

Dans la seconde phase, on teste un nombre restreint de provenances pendant plus longtemps, habituellement jusqu'au terme de la rotation, sur tous les grands types de sites. Ces essais doivent être conçus de manière à faire apparaître des différences assez faibles entre les provenances. De plus grands placeaux sont nécessaires pour disposer d'un nombre d'arbres suffisant qui permette d'estimer valablement les différences que présentent les populations tout au long de l'essai et de minimiser l'effet des différences individuelles d'un arbre à l'autre.

Enfin, la phase de vérification de la provenance, à l'aide le plus souvent d'une ou deux provenances seulement, nécessite de grands placeaux de répétition pour faire des études de mesures, des essais d'aménagement et une évaluation de la qualité du bois.

Dispositif d'essais

Même au premier stade des essais de provenance, il est essentiel d'utiliser des dispositifs statistiques sûrs, qui révèleront des différences significatives que présentent entre elles les populations à un degré donné de précision (par exemple, pour 8 mensurations, une différence de 5 pour cent de la moyenne). Il est également important d'estimer la

1/ O.C.D.E. : Organisation de coopération et de développement économiques.

variabilité à l'intérieur de chaque provenance, particulièrement la forme de la tige et la structure du houppier. En savane, il est souhaitable de prolonger les essais assez longtemps, afin de mesurer la résistance des différentes populations face à de sévères conditions d'aridité, en particulier si les réserves d'eau du sol, ou la profondeur effective de l'enracinement, sont limitées. Il se peut, dans de tels cas, que des différences importantes entre les provenances n'apparaissent qu'au bout de plusieurs années. Aussi est-il préférable d'utiliser des parcelles carrées de plusieurs arbres, suivant un dispositif de répétition aléatoire. Quand le nombre des provenances dans un essai est très élevé, on peut parfois recourir à de très grands placeaux ne comprenant qu'un seul arbre. Ceux-ci sont, toutefois, difficiles à organiser et le risque de confusion est très grand si des erreurs fortuites se produisent lors de l'étiquetage des placeaux. Ce système, en outre, gêne l'évaluation de la variabilité à l'intérieur d'une provenance.

Le dispositif le plus communément utilisé est celui des blocs complets distribués au hasard (RCB). Il a l'avantage, sur les dispositifs totalement aléatoires, de ne pas exiger des caractéristiques de sol totalement uniformes, tout au long de l'essai, et de permettre des différences de traitement d'un bloc à l'autre. Cependant, si l'essai comprend un très grand nombre de provenances (16 ou plus, par exemple), la vaste superficie des parcelles accroît le risque de différences de site à l'intérieur des blocs. En l'occurrence, il peut être indiqué de recourir à un dispositif de blocs incomplets, dans lequel chaque bloc contient un nombre de placeaux inférieur au nombre total de ceux-ci. Ces dispositifs sont complexes et les analyses gagnent à être entreprises à l'aide d'un ordinateur électronique. Les dispositifs en lattices ont l'avantage de pouvoir être analysés, s'il y a lieu, comme un dispositif de blocs complets au hasard, bien qu'on y perde quelques informations. Pour plus de détails et d'exemples, voir Cochran et Cox (1966) ou Burley (1976).

Choix des provenances

Les tentatives faites pour reproduire divers facteurs du milieu (par exemple : latitude, altitude, distribution des pluies, température, type de sol) du lieu d'origine sur le lieu d'introduction, en recherchant des comparaisons homoclimatiques, ne sont pas toujours couronnées de succès. Les informations nécessaires peuvent faire défaut ou n'être pas sûres. De plus, la répartition naturelle d'une espèce peut refléter des étapes climatiques, géologiques ou historiques révolues plutôt que les conditions du moment présent. On peut prêter une attention toute spéciale aux sites marginaux, sis à la limite de zones écologiques ou géographiques. Pour le boisement en savane, la résistance des peuplements aux très fortes sécheresses sporadiques peut avoir son importance et les populations marginales qui ont été soumises à de telles conditions seront sans doute plus résistantes du fait de pressions de sélection qu'elles auront subies par le passé.

Il est bien rare que celui qui utilise les semences soit en mesure de les collecter lui-même. Aussi faut-il qu'il fasse bien comprendre ses objectifs et, au besoin, qu'il indique dans le détail la méthode d'échantillonnage voulue et les données (climat, sol, végétation, évolution, méthodes de collecte, etc...) nécessaires à l'interprétation des résultats des études et expériences faites avec le matériel récolté.

Pour la recherche sur les provenances, il est bon d'échantillonner, aussi complètement que possible, les limites de la variabilité génétique possible qui présentent de l'intérêt, à l'intérieur d'une population. En l'absence de toute estimation de variance d'une population, il faut donc collecter les semences sur un nombre d'arbres assez élevé. Callaham (1964) suggère de prélever des semences sur 25 à 50 arbres dans les populations hétérogènes, en choisissant des sujets suffisamment éloignés les uns des autres pour éviter la proche parenté (descendance uniparentale). Il est préférable de ne collecter les graines que dans les années de production semencière abondante. Il est recommandé de sélectionner des phénotypes moyens plutôt que de haute qualité. Pour certaines utilisations, il vaut mieux conserver, séparément, les semences de chaque arbre et préserver l'identité de chaque porte-graine, mais pour la plupart des essais de provenance cela n'est pas essentiel et, bien souvent, impossible.

Pour plus de renseignements sur la collecte de semences voir,par exemple, Kemp (1976) et Turnbull (1976).

CONDUITE DES ESSAIS DE PROVENANCE

Méthodes de pépinière

Il faut se préoccuper avant tout : i) de préserver l'identité et l'intégrité de chaque provenance à tous les stades, et ii) d'appliquer un traitement uniforme pour que les résultats soient véritablement comparables. Toute différence dans le matériel de pépinière due à une inégalité de traitement en pépinière peut, en effet, persister après la mise en place sur le terrain et apparaître plusieurs années plus tard. Les deux objectifs ci-dessus se contredisent jusqu'à un certain point en ce sens qu'il est plus facile d'éviter des mélanges fortuits ou des erreurs d'étiquetage des provenances, si chacune d'elles est circonscrite à un bloc discret et séparée des autres par des barrières physiques. Or, pour prévenir tous les effets imprévisibles du milieu de la pépinière, il vaut mieux employer les dispositifs de répétition au hasard auxquels on aura recours plus tard pour l'essai sur le terrain. Les conditions de chaque répétition doivent être aussi uniformes que possible et l'ensemencement être fait à l'occasion de chaque répétition. C'est au moment du repiquage et de la transplantation que l'on risque le plus de mélanger les différentes provenances. On peut atténuer ce risque en veillant de très près à l'étiquetage et en ne déplaçant chaque fois que les plants d'une seule provenance lors de chaque répétition. A chaque répétition, la position des provenances doit être redistribuée au hasard au moment du repiquage ou de la transplantation.

L'élimination des plants de mauvaise venue ou difformes est conforme aux pratiques normales en pépinières, mais le nombre de plants éliminés pour chaque provenance, doit être consigné par écrit. Les effets de bordure des planches de repiquage ou des blocs de plants en pots étant chose courante, il faut, si possible, considérer la première, ainsi qu'éventuellement la seconde rangée extérieure, comme des lignes protectrices et les exclure des placeaux d'évaluation à l'intérieur des peuplements, dans les essais sur le terrain. Si, par manque de matériel, on est obligé d'utiliser de tels plants ou ceux qui normalement auraient dû être éliminés, leurs positions sur le terrain doivent être consignées par écrit.

Les mesures en pépinière sur la germination, la survie et la croissance aux stages successifs doivent être scrupuleusement enregistrées.Chaque fois que cela est possible, il faut aussi relever des indications supplémentaires sur les différences entre provenances nombre, taille et couleur des cotylédons, longueur de l'hypocotyle, - ainsi que des observations phénologiques, par exemple production d'aiguilles secondaires chez les pins ou de feuilles matures chez les eucalyptus. Il suffit de relever ces observations et mesures sur des échantillons aléatoires d'une vingtaine de plants, dans chaque placeau. Si l'on en possède les moyens, on peut procéder à des études comparatives de différentes provenances en milieux contrôlés (serres ou phytotrons) pour détecter éventuellement dans les réactions physiologiques à la sécheresse, par exemple, des différences qui peuvent être d'un grand intérêt pour le boisement en savane. Les études biochimiques peuvent aussi aider à discerner des différences entre populations, en les fondant sur des caractères plus directement sous contrôle génétique des variables de production comme la hauteur et le diamètre (Lever et Burley, 1974). Ces études sont utiles non seulement parce qu'elles contribuent à la biosystématique, mais aussi parce qu'elles peuvent fournir des indications quant au rendement ultérieur sur le terrain. Elles permettent aussi d'éviter ou de dépister les erreurs d'identification, si l'on établit à ce stade des différences uniformes entre les provenances.

Essais sur le terrain

Les grands principes régissant la sélection de sites représentatifs aux fins d'essais, le rassemblement de données sur les sites, le recours à des dispositifs expérimentaux

appropriés et les soins à apporter à l'étiquetage et à l'enregistrement des mesures sont les mêmes que ceux appliqués dans les essais sur les espèces. Etant donné toutefois qu'il a déjà été démontré que toutes les espèces incluses dans les essais de provenance s'attachent non plus à discerner des grandes différences telles qu'une mortalité très élevée, mais des différences plus subtiles de croissance et de forme. Aussi leur planification et leur exécution exigent-elles encore notamment plus de soins. Ceci s'applique à l'étiquetage des placeaux et à l'enregistrement des observations puisque, d'ordinaire, il est plus difficile de reconnaître les différentes provenances que les différentes espèces.

Pour réduire les erreurs possibles dues aux effets variés de la croissance du recrû en différents points du site expérimental, il est recommandé d'éliminer complètement la végétation concurrente avant la mise en place des jeunes plants et, après la plantation, de procéder à des désherbages et à des sarclages très soignés. Dans certains cas, il peut être bon aussi d'utiliser des insecticides ou des engrais dans certaines circonstances, si l'on est en mesure d'assurer un traitement uniforme pendant toute l'expérience. On recourt généralement à de plus grands placeaux pour les essais de provenance que pour les essais d'espèces, afin d'atténuer les effets des différences d'un arbre à l'autre et de disposer d'un nombre d'arbres suffisant pour estimer avec précision les différences de populations pendant tout l'essai. La taille recommandée de la parcelle intérieure d'évaluation est de 25 arbres avec, aux alentours, deux ou trois rangées de protection. L'espacement préconisé, entre les arbres, est 3 m x 3 m, en règle générale.

Les données tirées des essais d'espèces peuvent servir à calculer le nombre souhaitable de répétitions pour s'assurer une certaine probabilité d'obtenir des résultats significatifs (voir Cochran et Cox, 1966). En pratique, on fait une sorte de compromis entre d'une part, le degré de précision désiré pour détecter les différences et d'autre part, les limitations d'ordre pratique imposées par le site, le nombre de plants dont on dispose et ainsi de suite. Cependant, il est parfois préférable de réduire la taille du placeau ou d'utiliser un dispositif complexe comme celui des lattices pour garder la précision requise.

Evaluation sur le terrain et enregistrement des mesures

En ce qui concerne la méthode et la fréquence des mesures de survie, de hauteur, de diamètre et de volume de production, les principes sont les mêmes que pour les essais d'espèces, bien que le degré requis de précision soit parfois plus grand. Outre ces données de base, la forme de l'arbre revêt très souvent plus d'importance dans l'essai de provenance. Pour évaluer ces caractères de manière uniforme, on recourt généralement à un système d'enregistrement des mesures comme celui utilisé en génétique forestière (cf. Hans, 1972). Pour évaluer les caractéristiques des branches, il faut un point d'observation commun à tous les arbres (par exemple : moitié de la hauteur totale). On peut aussi mesurer directement le nombre de branches par verticille et l'angle moyen d'attache à la tige, et rapporter le diamètre de la branche à celui de la tige en ce point (cf. Burley, et al.,1974).

Lorsque les provenances sont élevées dans différents milieux, il se peut que varient non seulement les taux comparatifs de croissance, mais aussi les structures de croissance et la formation du bois, sous l'effet des interactions entre le génotype et le milieu. Il importe, quand on compare des provenances, de prendre en considération des différences éventuelles dans la qualité du bois comme celles que peuvent occasionner des structures différentes dans la formation du bois tardif ou dans la densité générale, car elles peuvent affecter matériellement la valeur du produit destiné à certaines utilisations finales. Les études permettant de distinguer des différences entre les populations peuvent comporter l'examen détaillé de la morphologie de la feuille et de l'aiguille, des caractéristiques cytologiques ou des produits biochimiques (voir Lever et Burley, 1974).

Il est vivement recommandé d'utiliser des formules normalisées pour enregistrer les mesures et les observations. Pour la conception et l'analyse des expérimentations, ainsi que pour les formules-type d'enregistrement et de calcul, voir Burley (1976).

COOPERATION INTERNATIONALE

La recherche sur les provenances exigeant des semences bien répertoriées d'origine connue, leur collecte appelle d'ordinaire des expéditions spéciales. Une même expédition peut collecter les semences qui seront utilisées pour un certain nombre d'essais dans différents pays, ce qui a l'avantage non seulement de coûter moins cher que ce ne serait le cas si l'on entreprenait plusieurs expéditions, mais aussi de mettre à la disposition des pays des semences qu'ils n'auraient pu obtenir autrement pour faire des essais de provenance. Lorsque le pays d'origine possède le personnel et les moyens nécessaires pour organiser des prospections et des récoltes de semences, il peut étendre son aide à l'extérieur comme le fait l'Australie, par exemple, qui emmagasine et teste de grandes quantités de semences d'eucalyptus très divers dans sa banque officielle de semences à Canberra, puis en livre gratuitement des échantillons à d'autres pays aux fins de recherches. Là où, par contre, les ressources locales manquent, des pays extérieurs à la région en cause financent, au titre de programmes d'aide bilatérale, de semblables récoltes de semences, comme le fait par exemple le Centre de semences forestières Danemark/FAO dans le Sud-est asiatique ou l'Institut forestier du Commonwealth en Amérique centrale (Kemp et al., 1972). Ces activités sont coordonnées par la FAO (1974) qui a avancé des propositions en vue de l'instauration d'un programme global intégré (FAO, 1975).

Ces programmes internationaux permettent en outre de comparer le comportement de la même provenance sur un vaste éventail de sites, dans différents pays et, par là même, de mieux comprendre la plasticité de la population et ses exigences écologiques. On peut ainsi prévoir éventuellement les résultats que l'on obtiendra sur d'autres sites, où des essais n'ont pas été entrepris. Pour pouvoir faire ces comparaisons, il faut disposer de systèmes centralisés d'emmagasinage et de récupération des données (Burley et al., 1973). Grâce à ces systèmes, les résultats d'essais ou d'études de laboratoire poussées peuvent aussi être plus largement diffusés et accessibles pour faciliter l'interprétation des expériences locales, le choix des provenances aux fins d'établissement de plantations ou l'exécution d'autres essais. Un maximum d'informations est nécessaire pour identifier avec précision la structure des variations phénotypes et génétiques. Les programmes internationaux peuvent également fournir les éléments de base permettant une conservation effective des ressources génétiques et l'amélioration future des arbres par la sélection génétique.

BIBLIOGRAPHIE

Burley, J. 1969 — Méthodologie des essais de provenance dans les tropiques. Unasylva 23(3), 24-8.

Burley, J. ed. 1976 — A manual on species and provenance research with particular reference to the tropics. C.F.I., Oxford.

Burley, J. et al. 1973 — INTFORPROV: - computer based data banks for international tropical provenance experiments. In: Tropical provenance and progeny research and international cooperation. ed. J. Burley and D.G. Nikles. Proc. IUFRO Meeting Kenya. Commonw. For. Inst., Oxford, pp. 357-65.

Burley, J. et al. 1975 — Information collection, storage and retrieval in forestry. Paper 10th Commonw. For. Conf., Oxford, 39 p.

Callaham, R.Z. 1964 — La recherche sur les provenances. Unasylva 18(2-3): 40-50.

Cochran, W.G. and Cox, G.M. Experimental designs. 2nd ed. Wiley, New York. 611 p. 1966

FAO
1975
Propositions pour un programme mondial destiné à assurer une meilleure utilisation des ressources génétiques forestières. Information sur les ressources génétiques forestières N° 4. Document forestier occasionnel, 1975/1, Rome, FAO.

FAO
1974
Rapport de la troisième session du groupe FAO d'experts des ressources génétiques forestières. Rome, FAO.

Hans, A.S.
1972
Development of an instrument for assessment of stem straightness. Commonw. For. Rev. 51, 336-45.

Jones, N. and Burley, J.
1973
Seed certification, provenance nomenclature and genetic history in forestry. Silvae Genetica 22, 53-8.

Kemp, R.H.
1976
Seed procurement for species and provenance research. In: A manual on species and provenance research with particular reference to the tropics. Ed. J. Burley. C.F.I., Oxford.

Kemp, R.H. et al.
1972
International cooperation in the exploration, conservation and development of tropical and sub-tropical forest gene resources. Paper N° 071. 7th World Forestry Congress, Buenos Aires. 15 p.

Kleinschmit, Von J.
1974
Geschichtliche Entwicklung, stand und zukünftige aufgaben forstlicher Rerkunftsforschung. Allg. Forst-u.J.-Ztg., 145: 197-205.

Lever, K.G. and Burley, J.
1974
The application of biochemical methods in forestry. Paper 10th Commonw. For. Conf., Oxford. 20 p.

Lines, R.
1967
Standardisation of methods for provenance research and testing. Proc.XIV IUFRO Congress, Vol. 3, Munich.

Turnbull, J.W.
1975
Seed collection - sampling considerations and collection techniques. In: Report on the FAO/DANIDA training course on forest seed collection and handling, Thailand, 1975. Rome,FAO.

RECOLTE ET CERTIFICATION DES SEMENCES

H. Keiding

Centre Danemark/FAO sur les semences d'essences forestières
Humlebaek, Danemark

TABLE DES MATIERES

Comment se procurer des semences pour les zones de savane

Dans la publication de la FAO intitulée "Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines" (FAO, 1975c), les besoins actuels et futurs en produits forestiers sont examinés au Chapitre 3. Certaines tendances semblent se dégager en matière d'approvisionnement en semences, malgré la difficulté de ce genre de prévisions. Sous l'effet de l'accroissement démographique, de l'amélioration des niveaux de vie et du développement des industries du bois, la consommation de bois a connu durant la période 1960-75 une augmentation qui selon les estimations, va de 29 % pour le bois de feu à 185% pour le papier et le carton. Etant donné leur faible productivité, les savanes boisées existantes ne sont pas en mesure de satisfaire cette augmentation de la consommation, d'où la nécessité d'établir des plantations.

Il s'agit maintenant de savoir quelles sont les essences les mieux adaptées à des conditions de milieu et à des usages différents et quelles superficies doivent être utilisées pour répondre à la demande indiquée. Un certain nombre d'essences et de provenances ont déjà été expérimentées et celles qui sont plantées le plus larrgement sont énumérées et décrites dans la publication susmentionnée de la FAO sur les savanes africaines (voir par exemple le Chapitre 7), mais il faut quand même faire encore de nombreux essais. Les essais ont montré que les essences exotiques sont généralement meilleures que les essences autochtones du point de vue de la mise en place, de la croissance et de l'utilisation. D'où la nécessité d'importer des semences ou d'organiser la production de semences sur place, ce qui est un processus de longue haleine.

Documentation - Considérations générales

La nécessité de remonter à l'origine des plantations prometteuses qu'elles soient grandes ou petites, est reconnue depuis longtemps en foresterie et conduit à la mise sur pied de systèmes de contrôle des transferts de semences et de plants. Quand des mesures plus énergiques ont été prises pour créer des sources de semences améliorées - notamment par la sélection et par la création de vergers à graines - le système de contrôle a débouché sur un système de certification.

Dans les zones de savane, les problèmes qui se posent à ces différents égards sont les mêmes que dans les zones tempérées. Ils peuvent simplement être plus aigus car, pendant un certain temps, il faudra recourir dans une large mesure aux importations pour se procurer les semences nécessaires. Les importations de semences dans les zones de savane présentent une autre caractéristique résultant du fait que nombre d'essences croissent dans d'autres continents, de sorte qu'il faut arriver à un accord international sur l'organisation et la documentation des collections. Le système international présuppose la mise au point de systèmes de contrôle nationaux ou locaux qui doivent être coordonnés. Nous allons donc examiner brièvement les principaux aspects de la récolte des semences et de la documentation qui y est relative.

Obtention des semences - considérations générales

Le rôle considérable que peuvent jouer les importations de semences entraîne certaines conséquences qui peuvent influer de façon décisive sur l'obtention et la production des semences. Voici certains des problèmes qui peuvent résulter de la dépendance à l'égard des importations.

1. Manque de fonds, de personnel et d'organisation pour la récolte des semences dans les pays de provenances.

2. Manque de zones de production de semences et de peuplements semenciers accessibles, spécialement de l'origine souhaitable.

3. Manque de données fiables sur l'origine et la méthode de collecte.

4. Risques d'altération qualitative des semences, par exemple en ce qui concerne la capacité germinative, durant le transport.

5. Dans plusieurs pays, restrictions à l'exportation des semences en grandes quantités.

Outre ces problèmes, il y en a qui sont particuliers à une espèce déterminée: périodicité de la production de semences, courte viabilité, faible production de semences, difficulté d'accéder à des peuplements ou à des écotypes déterminés, etc.

En général, il est plus facile d'obtenir de faibles quantités de semences à des fins expérimentales, soit par l'intermédiaire des centres internationaux de semences, soit par voie d'échanges. Mais étant donné la difficulté d'importer en grande quantité les essences et les provenances désirées, il faut envisager sérieusement de produire des semences sur place, dès que la semence d'origine a donné des résultats encourageants.

Collecte des semences

Quand on examine les méthodes de plantation forestière dans la savane africaine, il importe de prendre aussi en considération la récolte des semences, cela pour deux raisons: d'abord la tendance générale des pays de la zone de savane à organiser leur propre production de semences, pour s'affranchir de la dépendance à l'égard des importations, et deuxièment le fait qu'une meilleure connaissance des diverses opérations pratiquées dans les zones où il existe une tradition en matière de récolte des semences peut aider les autres à améliorer leurs propres opérations de récolte dans un délai plus court. Nous allons donc examiner brièvement les principax aspects de la récolte des semences. Le sujet est vaste, comme il ressort du rapport d'un cours de formation sur la récolte et le traitement des semences qui s'est tenu récemment en Thaïlande (FAO 1975 a). Il convient de consulter cette publication de la FAO pour plus de précisions sur les grands problèmes et sur les questions techniques ayant trait principalement aux essences tropicales.

Il faut peut-être commencer par se demander où, quand et comment les semences doivent être récoltées.

La source à laquelle il faudra se procurer les semences sur place dépendra principalement de l'importance des essais effectués sur des essences exotiques et de leur durée. Dans les zones de savane, les espèces autochtones n'ont été que très peu utilisées jusqu'à présent. Si l'on consulte le tableau 9, aux pages 84-85 du Manuel sur les méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines, on constate que sur 35 essences, 6 seulement peuvent être considérées comme originaires d'une partie où d'une autre de la zone de savane. On commencera naturellement à récolter les semences d'une essence dès que celle-ci se sera montrée prometteuse. C'est ce qu'on a souvent fait, parfois avec des résultats remarquables (teck, Gmelina, pins du sud des Etats-Unis, Cupressus sp.), mais parfois aussi avec des résultats décevants, qui peuvent n'apparaître qu'au bout d'un certain temps.

On peut citer un cas qui se produit souvent: on récolte les semences d'une essence introduite de longue date, dont l'origine est très malconnue et qui est habituellement plantée dans un ou deux endroits en petites parcelles, (0,2 ha), sans répétitions. Le problème est alors le suivant: on utilise les semences d'une population très réduite, qui a peut-être donné des résultats prometteurs dans une partie limitée des environnements différents où elle va être plantée. Nous savons mal quels seront les effets, du point de vue génétique, de l'utilisation à des fins d'amélioration, d'une petite population provenant peut-être d'une station déterminée et nous connaissons mal la faculté d'adaptation des descendants à des conditions qui ne sont pas les mêmes que dans le lieu des essais. Bien qu'on ait obtenu de bons résultats en utilisant les semences de populations aussi réduites, il convient de choisir les sources de semences ou d'organiser la production de semences dans des peuplements qui ont une assise génétique plus large et qui ont fait l'objet d'essais plus poussés. Du point de vue technique, la récolte des semences dans des parcelles trop petites, par exemple de moins de 2 à 3 ha., est généralement moins satisfaisante.

Le coût de la collecte est relativement élévé et les semences peuvent être de moins bonne qualité parce que la pollinisation croisée est insuffisante. Voir Keiding (1975a) pour information sur les peuplements semensiers et, pour les répercussions génétiques, Jones et Burley (1973).

Pour améliorer rapidement les possibilités de récolte des semences dans les zones où les essences exotiques sont largement utilisées, il a été recommandé chose qu'on a faite, je crois - d'installer desplus grandes parcelles de certaines provenances auprès des essais de provenances effectives, l'idée étant de disposer ainsi des sources de semences plus importantes dès que les résultats des essais de provenances seront connus. Ces parcelles peuvent aussi être un moyen de conservation ex-situ, si les provenances originales sont menacées d'une façon ou d'une autre. L'ouvrage intitulé "The Methodology of Conservation of Forest Genetic Resources" (FAO, 1975b) donne des renseignements très utiles sur cet aspect très important de la récolte des semences.

Où faut-il récolter les semences? Les circonstances à cet égard varient beaucoup dans la vaste zone de savane. Dans certains cas, le choix des sources est très limité sur le plan local et, dans d'autres il existe des peuplements semenciers sélectionnés et des vergers à graines. Il faut très souvent concilier deux exigences: obtenir des quantités suffisantes de semences et obtenir des semences de qualité génétique satisfaisante. La question des sources à utiliser et la façon de les employer est donc étroitement liée aux programmes d'amélioration des arbres. Il en est ainsi à tous les stades de l'approvisionnement en semences, depuis l'importation jusqu'à la sélection de peuplements semenciers et à l'établissement de vergers à graines. Nous ne pouvons traiter le vaste sujet des rapports entre l'approvisionnement en semences et l'amélioration des arbres dans le cadre de cette brève communication. Pour un examen plus approfondi des divers problèmes, on peut se reporter par exemple au rapport du cours de formation sur la collecte et le traitement des sences (FAO, 1975a) et à Guldager (1974).

Quand faut-il récolter les semences? Le moment doit être choisi en fonction de l'âge et de la saison. Pour organiser méthodiquement la récolte des semences, il est indispensable de connaître l'âge auquel l'essence considérée atteindra la maturité sexuelle, la périodicité éventuelle de la floraison et de la fructification et le moment de l'année où les semences peuvent être récoltées dans les meilleures conditions. Pour les espèces particulièrement importantes du point de vue économique, comme le pin, le tec, Gmelina arborea et l'eucalyptus, plus un certain nombre d'autres essences, on possède une masse assez considérable de connaissances sur la biologie de la floraison. Il peut toutefois exister des variations assez importantes chez une essence, selon l'origine (provenance) et les endroits où elle peut avoir été transplantée.

Dans certains cas, la floraison et la fructification commencent à un âge plus précoce que dans l'habitat naturel, comme c'est le cas pour le teck à Trinidad et dans certaines parties de l'Afrique occidentale, tandis que d'autres essences ne produisent presque pas de graines viables, comme c'est le cas pour certains pins tropicaux en Malaisie. Chez d'autres essences, le mode de floraison peut changer: au lieu que l'arbre fleurisse plus ou moins tout au long de l'année, la floraison peut devenir saisonnière. C'est le cas de Pinus merkusii à Java. Il importe donc d'observer et de noter le mode de floraison et de fructification des essences, spécialement exotiques, dans le milieu local. Ces études sur la biologie de la reproduction sont également nécessaires pour renforcer et améliorer la production de semences, car elles peuvent aider à déterminer la taille des parcelles de production de semences, le traitement des peuplements semenciers, la manutention et le stockage des semences, etc. Même les individus présentent, en ce qui concerne la production des semences, des variations qui peuvent entrer en ligne de compte pour la composition de verges à graines (voir Keiding, 1975 b).

La question de la qualité physiologique de la semence, qui est aussi influencée entre autres par l'époque et la méthode de récolte, est étroitement liée à celle du mode de floraison et de fructification. Durant la période où peuvent être récoltées les semences d'une essence déterminée, il y a généralement un moment optimum où la qualité de la semence est la meilleure. Les semences de teck par exemple peuvent être récoltées durant trois mois de février à avril en Thaïlande - mais le mois de mars est normalement le meilleur, tandis qu'il y a souvent une certaine proportion de semences immatures dans les premières récoltes de février. De même, il peut être très important de récolter les pommes de pin quand elles ont atteint le stade de maturité approprié, généralement reconnaissables à la couleur des écailles. L'époque de la récolte doit être choisie avec un soin particulier pour Pinus merkusii, d'autant plus que la maturation des cônes varie selon le lieu, les individus et même sur un même arbre.

Bien que la majorité des essences utilisées dans la zone de savane ait une fructification plus ou moins saisonnière, liée à la succession des saison humides et des saisons sèches, il peut y avoir des fluctuations d'une année à l'autre. On a souvent intérêt à évaluer la future récolte de semences bien avant le moment de la récolte effective, pour déterminer l'époque de la récolte et l'importance de la récolte à escompter. Pour de plus amples renseignements, prière de consulter le rapport du cours de formation FAO/DANIDA sur la récolte et le traitement des semences d'essences forestières (FAO, 1975a).

Comment faut-il récolter les semences? Les techniques de collecte à utiliser dans de nombreuses situations différentes ont été décrites. Naturellement elles varient selon la superficie à récolter, l'essence, l'importance économique, les disponibilités financières, l'organisation, etc. et sont très différentes: utilisation d'équipement hautement mécanisé pour secouer les arbres avec emploi d'une très faible main-d'oeuvre, escalade de l'arbre, avec et sans l'aide d'échelles et ramassage des semences sur le sol, avec une main-d'oeuvre nombreuse. Il n'est pas possible ici d'examiner les avantages des différentes méthodes et la façon de les utiliser dans des circonstances différentes, mais il peut être utile d'examiner brièvement certains problèmes plus généraux. Techniquement parlant, il faut s'efforcer de récolter la plus grande quantité possible de semences dans les meilleures conditions, c'est-à-dire de la meilleure qualité physiologique possible, aussi efficacement et aussi économiquement que possible. Chez la majorité des essences, il faut récolter les fruits sur l'arbre, d'où la nécessité de l'escalader. Cela exige une certaine habilité et une certaine préparation et l'opération peut devenir assez technique, avec utilisation d'échelles de différents types et de dispositifs de sécurité et autres. Dans les zones où la production des semences est très développée, par exemple dans des peuplements semenciers spéciaux et des vergers à graines aisément accessibles, on peut envisager l'utilisation de tracteurs équipés de plateformes élévatrices ou d'engins servant à secouer les arbres. Les sources de semences sélectionnées doivent presque toujours être utilisées de manière continue, de sorte qu'il faut veiller à ne pas endommager la partie fructifère de l'arbre. De façon générale, il faut éviter d'abattre les arbres ou de couper les grosses branches pour récolter les fruits ou les cônes, à moins que le peuplement ne doive être coupé de toute façon ou que ce ne soit la seule possibilité qui reste, à cause du manque de personnel pour escalader les arbres. Les manutentions auxquelles sont soumis les fruits et les semences sur le terrain et les méthodes de transport influent aussi sur la qualité des semences. Si les cônes sont comprimés dans de grands sacs, ils peuvent "s'échauffer", spécialement s'ils sont ramassés un peu trop tôt, ou bien les fruits de Gmelina peuvent être difficiles à conserver si on laisse fermenter la pulpe trop longtemps.

Pour qu'un programme de récolte des semences puisse fonctionner convenablement, il faut certaines connaissances spécialisées et une certaine compétence technique, combinées avec une bonne coordination des diverses opérations. Dans de nombreux pays, il peut donc être avantageux de créer des centres de semences ou des stations de manutention des semences où seront concentrées toutes les opérations de récolte et de manutention des semences. Ces centres pourraient être dotés de machines pour l'extraction des semences, par exemple, des fours à sécher pour les conifères et d'équipements pour nettoyer les semences, les dépouiller de leurs ailes et les classer par qualité.

Il faudrait aussi disposer d'installations pour les essais de semences, par exemple pour la détermination de la faculté germinative et de la teneur en eau, ainsi que de locaux adéquats pour l'entreposage des semences. Il faut aussi enregistrer avec soin toutes les opérations liées à la manutention et à la distribution des semences. L'équipement peut être plus ou moins perfectionné selon la quantité de semences et les fonds disponibles, mais le système doit être assez souple. Des arrangements assez simples peuvent donner des résultats satisfaisants. Pour ce qui concerne la création des centres de semences, on peut se reporter par exemple à Guldager (1974) et au cours de formation FAO/DANIDA qui s'est tenu en Thaïlande en 1975 (FAO, 1975a).

Certification

La nécessité d'obtenir des semences de bonne qualité, à des sources appropriées, a été déjà soulignée plusieurs fois. Il faut aussi examiner maintenant comment le consommateur peut avoir une certaine garantie qu'il reçoit la semence qu'il désire ou, s'il ne sait pas exactement ce qu'il doit demander, comment il peut recevoir des informations compréhensibles pour l'aider dans son choix. Des systèmes de certification ont été introduits à cet effet dans plusieurs pays et régions. La certification, en ce qui concerne les essences forestières, est définie comme suit (Matthews, 1964, ex Barner, 1974a):

"L'objet de la certification des semences et plants forestiers est de maintenir et de mettre à la disposition du praticien forestier des sources de semences, de plants et d'autres matériels de reproduction de provenances et de cultivars de qualité supérieure, cultivés et distribués de manière à assurer l'identité génétique et la haute qualité des semences et des plants".

"L'identité génétique" est un concept capital en matière de certification et les raisons pour lesquelles on lui accorde tant d'attention sont parfaitement exposées par Barber (1969, ex Barner, 1974a):

"Le contrôle exact de l'identité génétique du matériel de reproduction est indispensable au succès de programmes de sélection et de boisement. Nous devrions essayer d'arriver à utiliser uniquement du matériel de reproduction dont l'identité génétique est connue. Toutefois, la précision avec laquelle nous identifions ce matériel variera selon l'essence, le lieu et l'utilisation finale."

"<u>Le sélectionneur</u> doit connaître parfaitement la source du matériel génétique sur lequel il travaille. Il importe particulièrement de maintenir l'identité de chaque arbre de manière que le sélectionneur puisse tenir compte des risques d'apparition de caractéristiques indésirables liés au croisement d'individus apparentés. A mesure que des descendants sont produits et cultivés, le sélectionneur doit être à même de dresser l'arbre généalogique de chaque individu afin d'identifier les parents qui confèrent certaines caractéristiques souhaitables ou indésirables et il doit être capable de répéter tous ses croisements selon les besoins. Il doit répertorier son matériel et identifier avec précision tout le matériel échangé ou mis en circulation."

"Le <u>forestier</u> doit savoir quelle est la provenance ou la souche qui répondra le mieux à ses besoins et il doit connaître la source exacte du matériel utilisé pour établir les plantations et régénérer les peuplements s'il veut assurer un aménagement optimum car la connaissance de l'identité génétique du matériel utilisé est indispensable pour assurer un espacement et un régime sylvicole appriopriés. Par exemple, comme l'utilisation d'une souche résistante aux maladies abaissera la mortalité et réduira les défauts, il peut soit augmenter l'espacement, soit pratiquer des éclaircies plus fréquentes. Les rapports faisant état d'une interaction considérable entre le génotype et l'environnement montrent que le sélectionneur peut mettre au point des cultivars qui répondront positivement aux différences de qualité de la station et de régime sylvicole. Quand des semences ou des plants de source appropriée ne sont pas immédiatement disponibles, il peut être justifié du point de vue économique de retarder la plantation d'une année ou plus".

Pour introduire avec succès un système de certification, il faut prendre en considération tous ce qui intervient dans la fourniture des semences et du matériel de reproduction: marchands de graines et pépiniéristes, organismes officiels s'occupant de la récolte des semences et de la production de plantes, instituts de recherche et consommateurs. En outre, le système doit reposer sur une législation appropriée. Des systèmes nationaux de certification sont appliqués dans de nombreux pays mais il existe aussi quelques systèmes régionaux (Amérique du Nord). Comme les semences et, dans une certaine mesure, les plantes ou parties de plantes traversent les frontières des Etats, il faut aussi des règles applicables sur le plan international. Cette nécessité est ressentie depuis quelque temps et, conformément aux recommandations de la consultation mondiale sur l'amélioration des essences forestières qui a eu lieu en 1963, une action dans ce sens a été entreprise cette même année par l'Organization de coopération et de développement économiques (OCDE). Quatre années plus tard, en 1967, le système de certification de l'OCDE est finalement entré en vigueur. Des amendements y ont été apportés en 1970 et 1974 (OCDE, 1974).

Ce système repose sur la participation volontaire des membres de l'OCDE, mais tous les autres pays qui sont membres des Nations Unies peuvent y adhérer. Le système de l'OCDE est donc le premier de ce genre qui soit destiné à une application universelle. Pour une description détaillée du système et de sa genèse et pour la définition des termes, voir Barner (1974 a). De toute évidence, il n'est pas facile de faire fonctionner un système de ce genre étant donné le grand nombre des situations différentes. Toutefois, il fournit un cadre très utile pour mieux contrôler l'identité génétique et, pertant, une certaine garantie contre des erreurs grossières.

Voici certains des traits saillants du système.

Si l'on envisage d'introduire un système de certification, il faut se procurer les fonds nécessaires et convaincre donc de sa validité les autorités financières. D'après Barner 1974a, on a intérêt à "fournir des estimations portant sur les pertes réelles provoquées par une négligence continue plutôt que sur le coût et les avantages de la mise en route de programmes de sélection de longue haleine".

Pour mettre en oeuvre un système complet et détaillé, il faut tenir compte des éléments suivants (Barner, 1974a).

Planification

1. Préparation de cartes montrant la distribution des essences importantes
2. Délimitation des régions de provenance de ces essences
3. Délimitation des principales zones de boisement et de reboisement
4. Estimation de l'offre et de la demande de semences et de plants.

Mise en oeuvre

5. Organisation et gestion
6. Classification et approbation des sources
7. Recommandations concernant le choix des provenances et le transfert du matériel de reproduction
8 Méthodes de production et de contrôle
9. Enregistrement des données et documentation
10. Commercialisation du matériel de reproduction.

Les points 1 et 2 concernent spécialement les pays ou régions dans lesquels il y a des essences qui occupent de vastes superficies présentant des caractéristiques écologiques différentes. La direction dans laquelle les semences sont transportées et la distance à laquelle elles le sont peuvent avoir une importance considérable.

"Organisation et gestion" (Point 5). Il s'agit de désigner les autorités chargées de la mise en oeuvre du système par exemple: 1) autorité désignée ou comité de gestion, 2) groupe consultatif, 3) groupe de travail sur l'approbation des sources et 4 inspecteurs.

Le point 6 a une importance fondamentale pour la mise en oeuvre du système (Barner 1974b). Les sources peuvent être classées de la façon suivante, en fonction du degré de sélection:

a) régions de provenances

b) peuplements

c) zones de production de semences

d) arbres individuels

e) vergers à graines

C'est le groupe de travail susmentionné qui devrait être chargé de l'approbation des sources sur la base de certains critères minimums. Il faut établir une liste nationale de ces sources dans laquelle seront données les principales indications nécessaires: nom latin, identification (numéro ou lettre de référence), lieu, origine, conditions écologiques et résultats des essais. Barner (1974b) donne la définition des catégories, assortie de directives pour l'enregistrement des informations. Il convient de souligner que la liste nationale ne comprend pas nécessairement toutes les catégories de sources susmentionnées, pour la simple raison qu'elles peuvent parfois ne pas exister, mais il faut prévoir la possibilité d'allonger la liste à mesure que de nouvelles sources entrent en production. Il importe aussi que la liste nationale puisse être appliquée dans un contexte international.

L'approbation des sources peut aboutir à des "recommandations" (point 7) concernant leur utilisation à des fins soit générales, soit spécifiques. Il arrive, très souvent que les sources de semences soient approuvées sur la base du comportement ou de l'aspect phénotypique des arbres semenciers pratiquement sans essais de descendante. Les recommandations doivent reposer sur des essais mais, comme ceux-ci prennent du temps et comme il faut produire des semences, il est nécessaire d'utiliser des sources de semences qui n'ont pas encore été testées. Les systèmes de certification distinguent donc les matériels de reproduction testés et non testés dans chaque catégorie de sources approuvées. Pour les essences qui ont une vaste distribution géographique, il peut être opportun de donner des directives pour le transfert des semences en ce qui concerne tant l'altitude que la latitude et de délimiter les zones de plantation. Les systèmes de certification doivent donc être élaborés et mis en oeuvre en liaison étroite avec la recherche, plus spécialement dans le domaine de l'amélioration des arbres.

Un système de certification devrait comporter en outre des règles concernant les "méthodes de production et de contrôle" (point 8). (Barner 1974a) indique les règles et les prescriptions minimums prévues dans le système de l'OCDE pour assurer que le matériel provenant des sources approuvées de différentes catégories a l'identité voulue et a été traité correctement quand il arrive à destination. Ces règles précisent la façon dont l'inspection doit être exécutée dans les forêts, dans les plantations et dans les pépinières et la manière dont le matériel doit être étiqueté et emballé. "L'enregistrement des données et la documentation" (point 9) sont évidemment des éléments nécessaires du contrôle. Par exemple, chaque lot de semence doit être accompagné d'une série type d'informations: identification précise, année de récolte, quantité de fruits/cônes récoltés

et de semences extraites, stockage et qualité de la semence. En outre, il faut tenir un registre des manipulations en pépinière et indiquer les organisations et personnes chargées de l'exécution des différentes opérations (voir Barner, 1974a). Quand l'autorité désignée se sera assurée que toutes les opérations ont été exécutées conformément aux directives, elle délivrera la certification.

Bien que, dans la description qui précède, nous nous soyons bornés à indiquer les grands traits d'un système de certification déjà un vigueur, on peut avoir l'impression qu'il s'agit d'un système asses incommode incluant pas mal de bureaucratie et de paperasserie. Certes, un système qui doit répondre à tant d'exigences différentes doit comporter un certain nombre de contrôles et d'écritures mais il permet aussi de clarifier les nombreux concepts et termes qui sont utilisés dans la récolte, le traitement et les essais des semences, fournissant ainsi un cadre international pour l'approvisionnement en semences et le contrôle des semences. Il convient de souligner qu'un système du genre de celui qui a été mis sur pied par l'OCDE s'adresse spécialement aux régions tempérées de l' hémisphère nord. Avant d'appliquer ces règles et ces directives en milieu tropical, il faut donc soumettre le système à un examen critique et modifier les règles qui ne sont pas applicables, ce qui peut se traduire par une certaine simplification. Si l'on considère le but de la certification tel qu'il a été défini par Matthews (1964), le système devrait permettre d'obtenir les meilleures sources des semences convenablement identifiées du point de vue génétique et de la meilleure qualité physiologique possible. Comme on l'a expliqué plus haut, cela nécessite des contrôles et une certaine quantité de paperasse. Il faut toutefois éviter les systèmes de contrôle trop perfectionnés si leur seul résultat est d'entraver l'approvisionnement en semences ou d'inciter les gens à s'y soustraire.



La performance excellente de l'E. camaldulensis de provenance de Petford dans la savane guinéenne septentrionale a créé une demande pour un approvisionnement adéquate en semences. Cette parcelle de 6 ans, ayant un espacement de 3.8 x 3.8 à Afaka, Nigeria, commence à produire des semences après 4 ans. Cependant, la cîme élevée et étroite des arbres à rendu la récolte des semences difficile.

BIBLIOGRAPHIE

Barber, J.C. — La verification de l'identité génétique du matériel reproductif forestier. Deuxième consultation mondiale sur l'Amélioration des arbres forestales. Washington, D.C., Tome 2, 11/3.

Barber, J.C., 1975 — Seed Certification. Dans: Seed Orchards, Chapter 14, pp. 143-149. Forestry Commission Bulletin, No. 54, London.

Barner, H. 1974a — Certification of Forest Reproductive Material. Dans: Report on the FAO/DANIDA Training Course on Forest Tree Improvement, Kenya, Rome, FAO.

Barner, H. 1974b — Classification of Sources for Procurement of Forest Reproductive Material. Dans: Report on the FAO/DANIDA Training Course on Forest Tree Improvement, Kenya. Rome, FAO.

FAO 1974 — Report on the FAO/DANIDA Training Course on Forest Tree Improvement, Kenya. Rome, FAO.

FAO 1975 a — Report on the FAO/DANIDA Training Course on Forest Seed Collection and Handling, Thailand. Rome, FAO.

FAO 1975b — The methodology of conservation of forest genetic resources (Report on a pilot study). Rome, FAO.

FAO 1975c — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines, par M.V. Laurie. Rome, FAO. Collection FAO: mise en valeur des forêts No. 19.

Guldager, P. 1974 — Savanna Forestry Research Station. Nigeria, Tree Improvement. Programme des Nations Unies pour le développement, FO: DP/NIR/73/007, Technical Report 1, Rome 1974.

Jones, N. & J. Burley, 1973 — Seed Certification, provenance nomenclature and genetic history in forestry. Silvae Genetica 22, heft 3, p. 53-58.

Kamra, S.K., 1974 — Seed Problems of some Developing Countries in Asia, Africa and Latin America and Scope for International Cooperation. Research Notes No. 49, Royal College of Forestry, Stockholm 57p.

Keiding, H., 1975a — Seed Stands. Dans: Report on the FAO/DANIDA Training Course on Forest Seed Collection and Handling, Thailand. (Rome, FAO).

Keiding, H. 1975b — Seed Orchards. Dans: Report on the FAO/DANIDA Training Course on Forest Seed Collection and Handling, Thailand. Rome, FAO.

Matthews, J.D. 1964 — Production et certification des graines. Unasylva, Vol. 18 (2-3).

OCDE, 1974 — Système de l'OCDE pour le contrôle de matériels forestiers de reproduction destinés au commerce international. Paris.

TRAITEMENT ET ENTREPOSAGE DES GRAINES

B.S. Ezumah
Forestry Research Institute of Nigeria
Ibadan. Nigeria

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

L'importance des graines dans tout programme de plantation forestière n'est pas à démontrer parce que les graines sont considérées comme l'élément capital dans la production de plants. Une condition préalable à tout programme de plantation est la fourniture assurée de graines (FAO,1957). Naturellement,l'idéal serait de semer les graines sur le terrain ou à la pépinière aussitôt qu'elles sont récoltées. Cependant, en raison des demandes importantes de graines pour les programmes de reboisement à grande échelle, cela n'est pas toujours possible et les semences doivent être récoltées à l'avance et entreposées. Le but, cependant, est de stocker les semences pendant un temps aussi court que possible pour assurer une perte minimum de l'énergie germinative.

Baldwin (1942) définissait l'entreposage comme étant la conservation de la graine depuis le moment où elle est récoltée ou extraite jusqu'au moment où on désire qu'elle germe. Du point de vue physiologique, cependant, la période de conservation couvre aussi le temps sur l'arbre qui sépare la maturité de la récolte, et pour lequel les conditions climatiques jouent un rôle capital. Les considérations détaillées sur la physiologie pendant la période de conservation seront moins approfondies dans cet article. Par contre, les aspects pratiques de la conservation des graines depuis la récolte jusqu'au semis seront étudiés en détail.

PREPARATION DES SEMENCES POUR L'ENTREPOSAGE

Transport des fruits

Les semences doivent être transportées depuis le lieu de collecte jusqu'à leur lieu de destination où elles seront extraites et nettoyées avant l'entreposage. Quand on récolte les fruits ou les cônes, ils ne doivent pas être amenés aux centres de conservation dans des récipients hermétiques qui empêchent la circulation de l'air. D'un autre côté, les sacs en étoffe ne devront pas être faits de tissu à texture permettant aux graines de s'échapper durant le transport. Pour prévenir l'échauffement et les moisissures par temps chaud, les graines récoltées ne devront pas être entassées dans un espace confiné et elles devront être livrées le plus rapidement possible pour l'extraction. Il est recommandé de remuer les sacs quotidiennement pour fournir une aération suffisante.

Extraction des semences

C'est une étape très importante après la récolte des cônes ou des autres fruits. Généralement, les cônes et différents fruits demandent un préséchage pour faciliter l'extraction des semences. D'un autre côté, certains fruits demandent à être trempés dans l'eau avant que l'on puisse retirer facilement les graines. Lors de ces opérations, il faut faire preuve de beaucoup d'attention pour n'endommager les graines qu'au minimum.

On a mis au point des procédés mécaniques pour extraire les graines, mais au Nigeria et dans d'autres pays en développement, l'extraction se pratique encore manuellement. Que l'extraction se fasse mécaniquement ou manuellement, dans chaque cas, les techniques varient selon les espèces.

Nettoyage de la graine

Il y a en pratique le problème qui résulte quand on prend par inattention les fruits immatures pendant la période de récolte. Ceci tient au fait que tous les fruits d'un arbre donné ne mûrissent pas en même temps et comme il n'est pas économique de récolter chaque graine ou fruit quand il est mûr, en procédant ainsi à plusieurs récoltes, des graines immatures sont souvent mélangées avec des graines mûres. Comme les graines immatures ont

une faible viabilité et une longévité moins grande que les graines mûres, il est souhaitable de ne pas les entreposer et de les enlever pendant le nettoyage.

Un lot de graines que l'on vient de récolter contient des rebuts, des semences brisées, des semences légères qui doivent être séparés des graines saines avant l'entreposage. Cependant, pour quelques espèces comme la plupart des Eucalyptus, il n'est pas pratique de séparer les graines saines des impuretés insignifiantes (comme par exemple des ovules non fécondés appelés "chaff"). Comme les graines à densité la plus élevée ont la plus grande longévité, il est désirable de ne garder que celles-ci pour un entreposage de longue durée (Harrington, 1972). Les techniques appropriées au nettoyage des graines sont bien expliquées dans le manuel de Harmond et al. (1968).

Effets des opérations d'extraction et de nettoyage

Haack (1909) disait que la condition préalable pour une conservation réussie était une extraction et un nettoyage corrects. Le nettoyage peut endommager les graines, spécialement celles qui sont sèches. Les graines blessées et affaiblies ne se conserveront pas bien; c'est pourquoi il est très important de prendre un maximum de précautions pendant les opérations d'extraction et de nettoyage. Les graines qui ont été endommagées par un désailage abrasif, par une scarification, qui sont trop imbibées d'eau ou qui ont subi des variations de température trop fortes, ne retrouvent jamais leur vigueur originelle.

METHODES DE SECHAGE

Si la teneur en humidité des graines est élevée après la récolte et le nettoyage, il faut les sécher avant l'entreposage. Harrington (1972) a décrit comme suit trois méthodes de séchage :

Séchage au soleil

Les graines peuvent être séchées en les étendant sur le sol, sur une surface pavée ou sur une toile. Cette méthode n'est pas employée pendant les périodes pluvieuses ou celles à forte humidité. Le pouvoir germinatif peut aussi décroître lors de journées particulièrement chaudes.

Emploi de l'air ambiant

Les graines sont placées dans un bac ou dans un grand récipient dans lesquels on insuffle de l'air ambiant. Ce type de séchage ne revient pas cher mais n'est efficace que si l'humidité relative de l'air est plus basse que la teneur en eau des graines. Dans le cas contraire, les graines vont prendre de l'humidité. D'autre part, si les graines ne sont pas séchées suffisamment, les champignons vont apparaître, réduisant la longévité des graines.

Emploi d'air chauffé

C'est le procédé le plus souvent employé. L'air sec est chauffé pour augmenter la différence de température entre les graines humides et l'air chaud, séchant ainsi plus rapidement les graines. Les hautes températures et un séchage rapide peuvent être dommageables et diminuer sérieusement la vigueur des graines et même amener leur mort complète. Les températures de séchage maximum permises dépendront des espèces.

PRINCIPES D'ENTREPOSAGE DES SEMENCES

Raisons de l'entreposage

Les principales raisons nécessitant l'entreposage des graines forestières peuvent être résumées comme suit (FAO, 1957) :

i) préserver les graines dans des conditions qui conservent le mieux l'énergie germinative pendant l'intervalle de temps qui sépare la collecte du semis;

ii) protéger les graines contre les dommages causés par les rongeurs, les oiseaux, les insectes et autres ennemis;

iii) conserver les quantités de graines récoltées lors des années où elles sont abondantes pour servir de réserves dans le cas d'années où la récolte est faible ou nulle.

Techniques de conservation

Les graines forestières sont en général conservées selon l'une des méthodes suivantes (Baldwin, 1942) :

1) conservation en atmosphère froide, simulant ainsi les conditions ambiantes du cône ou du fruit sec sur l'arbre;

2) conservation en atmosphère humide et froide, simulant ainsi les conditions ambiantes de la litière forestière et de l'humus.

Conservation en atmosphère sèche et froide

Toutes les semences peuvent être conservées plus longtemps à basse température qu'à haute température, puisque la respiration et les processus chimiques sont freinés. La conservation en atmosphère froide et sèche exige un contrôle de la température, de l'humidité et, jusqu'à une certaine limite, de la lumière, des conditions atmosphériques (pression, gaz) et d'autres facteurs de l'environnement (Baldwin, 1942). D'une façon générale, il a bien été établi que les variations de facteurs, comme la température et/ou l'humidité, ont des effets néfastes sur les semences pendant leur conservation.

Conservation en atmosphère humide et froide

Les semences de dimension importante et lourdes sont mieux conservées dans une atmosphère humide et froide. On peut éviter le développement des moisissures et maintenir une atmosphère humide en mélangeant les semences avec des sphaignes propres et humides, (on a aussi utilisé avec succès du sable humide, de la tourbe) de la sciure, du liège et du charbon de bois pulvérulent (FAO, 1957).

Facteurs influençant l'entreposage

Bien que les espèces diffèrent fortement en ce qui concerne leurs exigences pendant le stockage, les mêmes facteurs interviennent pour toutes. Les nombreux facteurs qui influencent la longévité de la graine pendant sa conservation sont :

a) type de graine; chaque espèce diffère dans sa capacité à maintenir sa viabilité;

b) stade de maturité lors de la collecte;

c) traitement subi avant l'entreposage - opérations d'extraction et de nettoyage;

d) viabilité et contenu en humidité au moment du stockage;

e) température de l'air, humidité et teneur en oxygène pendant le stockage;

f) degré d'infection par les champignons et les bactéries avant et durant le stockage;

g) éclairement; bien que la lumière puisse être occasionnellement un stimulant des processus vitaux dans le cas où la germination ne se produit pas, il est généralement admis que les semences conservent mieux leur pouvoir germinatif à l'obscurité (Baldwin, 1942); et

h) pression; une basse pression atmosphérique est apparemment favorable au maintien du pouvoir germinatif. La réduction de la pression partielle en oxygène est probablement la plus efficace (Baldwin, 1942).

Les relations complexes entre ces différents facteurs n'étant pas antagonistes, les quelques généralisations suivantes vont nous fournir des éléments qui vont guider le stockage (Holmes et Buszewicz, 1958 et Roberts, 1972, cités par Stein et al. (1974) :

"i) les graines entièrement mûres conserveront leur pouvoir germinatif plus longtemps que des graines récoltées non mûres;

ii) les graines à pouvoir germinatif initialement élevé se conservent mieux que celles à pouvoir germinatif initial faible;

iii) les graines à enveloppe rigide imperméable conserveront mieux leur pouvoir germinatif que celles à enveloppe molle et perméable;

iv) les graines intactes conserveront mieux leur pouvoir germinatif pendant l'entreposage que celles qui ont été endommagées lors de la récolte;

v) à des taux d'humidité bas et à basse température, les actions défavorables causées par les insectes et les maladies sont freinées efficacement ou même arrêtées;

vi) des variations de température ou d'humidité sont moins favorables que des conditions constantes;

vii) pour beaucoup d'espèces, le pouvoir germinatif se maintient d'autant plus longtemps que la température et la teneur en eau de la graine sont basses."

Un entreposage convenable devrait en fait débuter avec des graines saines. La durée de vie d'une semence donnée qui est arrivée à maturité, viable et intacte, dépendra d'abord des caractéristiques de l'espèce et des conditions de température et d'humidité qui ont régné pendant l'entreposage. Evidemment, les lots de semences endommagées, non mûres ou à faible viabilité devront être programmés en vue d'une utilisation rapide et les meilleures semences pourront être conservées pour un entreposage à long terme (Stein et al., 1974).

Température

Un des facteurs primordiaux dont dépend la longévité de la graine est la température d'entreposage. D'une façon générale, toutes les graines se conservent mieux à température relativement basse. En d'autres termes, plus la température sera basse, plus la vitalité décroîtra lentement. Cette règle continue à s'appliquer même pour des températures inférieures à 0°C.

Il est bien connu que les variations de température sont moins favorables au maintien des qualités qu'une température constante.

Comme pour une humidité relative élevée, les hautes températures sont propices au développement des micro-organismes et des insectes. A 5°C et en-dessous, les insectes

deviennent inactifs. Par conséquent, en plus de conserver le pouvoir germinatif de la graine, l'entreposage à basse température prévient automatiquement les dommages d'insectes ou les contrôle.

Le rôle des hautes températures dans le processus d'accélération de la destruction de la semence n'est pas entièrement connu. On suppose généralement que la respiration élevée de la semence aux températures élevées a un certain rapport avec la baisse rapide du pouvoir germinatif. Malgré cette hypothèse, il est bien évident que la cause de la mort de la graine n'est pas une perte de ses réserves (Harrington, 1972). L'effet de la température sur la longévité de la graine reste encore un domaine ouvert à des recherches futures.

Teneur en eau de la graine

La teneur en eau de la graine est un des deux principaux facteurs influençant la longévité de la graine. D'une manière générale, le pouvoir germinatif décroît d'autant plus rapidement que la teneur en eau de la graine est élevée. Mais, à des teneurs en eau extrêmement basses, on note une légère augmentation dans le taux de perte du pouvoir germinatif.

Une faible teneur en humidité est favorable à la conservation des graines puisqu'elle agit en supprimant les processus vitaux. Cela s'applique particulièrement aux graines qui peuvent être séchées sans dommage.

La teneur en eau de la graine est probablement plus importante que la température dans son influence sur la conservation des qualités de la graine et c'est un facteur plus difficile à contrôler. Elle est difficile à mesurer et à déterminer sans faire appel à des tests de laboratoire. Les méthodes ordinaires pour déterminer la teneur en eau des semences sont décrites dans des règles internationales de la A.I.E.S. (A.I.E.S., 1966 et 1974).

Problèmes d'entreposage des semences à forte teneur en eau. Ces problèmes augmentent en proportion avec la teneur en humidité des graines. Harrington (1972) arrive aux conclusions suivantes :

a) lorsque la teneur en eau de la graine dépasse 40 à 60 pour cent, la germination a lieu;

b) quand elle est de 18 à 20 pour cent, un échauffement peut se produire ;

c) quand elle est de 12 à 14 pour cent, les microorganismes se multiplient;

d) quand elle est de 8 à 9 pour cent, les insectes deviennent actifs et se reproduisent.

Les problèmes de teneur élevée en eau se ramènent donc à des problèmes de germination pendant le stockage et d'attaques de champignons et d'insectes. En plus, il ne faut pas oublier que la longévité diminue de moitié chaque fois que la teneur en eau de la graine augmente de 1 pour cent.

Niveaux critiques pour la teneur en eau. Il est important de noter que les niveaux critiques de teneur en eau des graines de la plupart des genres n'ont pas été étudiés, mais une fourchette comprise entre 5 et 12 pour cent peut être recommandée pour la plupart des espèces. Il est aussi important de noter que, bien qu'une faible teneur en eau accroisse la longévité, un séchage trop prononcé peut aussi être dommageable, conduisant souvent à la mort complète de la semence.

Normalement, les graines sont conservées avec une teneur en eau suffisamment basse pour que la germination ne se produise pas pendant leur entreposage.

Méthodes de contrôle de la teneur en eau. La teneur en eau des graines peut être contrôlée de plusieurs façons :

i) séchage à l'air au soleil,ou dans une pièce chaude, ou dans une installation d'extraction des graines. C'est le moyen le plus sûr et le plus simple.

ii) séchage au four. Ce procédé est rarement économique et demande une grande attention pour éviter un surséchage.

iii) emploi de desséchants comme, par exemple, l'oxyde de calcium, le charbon de bois et le gel de silice. Ils sont très efficaces et sans danger pour les graines lorsqu'ils sont utilisés dans les bonnes proportions.

iv) d'autres solutions chimiques ont aussi été utilisées d'une manière efficace. Une grande attention est cependant requise lors de l'emploi de produits chimiques pour régulariser l'humidité et la teneur en eau des graines parce que ceux-ci peuvent endommager directement les graines ou causer une réduction excessive de la teneur en eau.

Teneur en eau et contrôle des insectes et de la microflore. Les insectes et les champignons sont d'ordinaire écartés par un entreposage en atmosphère sèche, à température proche de $0^{o}C$ ou en dessous de 0°. Cependant, pour un stockage en atmosphère humide et froide, il peut être nécessaire de pratiquer une fumigation (Holmes et Buszewicz, 1958).

Lorsque la teneur en eau est de 12 à 20 pour cent, l'activité des microorganismes, en particulier les champignons, peut être importante. La croissance des microorganismes sera d'autant plus rapide que la teneur en eau entre ces deux chiffres est élevée et le danger de voir diminuer le pouvoir germinatif des graines sera d'autant plus grand. Les champignons appartiennent le plus souvent aux espèces Aspergillus et Penicillium, ubiquistes et dégradeurs de la matière organique.

Comme il est la plupart du temps impossible d'éviter les attaques de champignons, la plus facile et la meilleure alternative est de maintenir les semences au sec - en équilibre avec une humidité relative de 65 pour cent ou inférieure. Dans ces conditions, ces organismes ne peuvent endommager les semences (Harrington, 1972).

Pour des teneurs en humidité de la graine, inférieures à 8-9 pour cent, les insectes sont très peu ou pas actifs et ne se reproduisent pas. Si la teneur en eau des graines est maintenue en dessous de 8 pour cent et si l'entreposage est parfaitement clos (ce qui a pour conséquence une réduction de la teneur en oxygène en dessous de 14 pour cent à cause de la respiration), les insectes sont incapables de survivre dans la graine (Harrington, 1972).

CONSTRUCTION D'UN ENTREPOT DE GRAINES

La longévité d'une graine en entreposage est, d'une façon certaine, intimement liée à la conception de l'entrepôt. Il doit y avoir une protection contre le vol, contre les rongeurs, les oiseaux, les insectes et les champignons qui peuvent pénétrer à l'intérieur de l'entrepôt et détruire les graines. On devra aussi contrôler de façon adéquate la température et l'humidité relative pour minimiser les risques de dégradation biochimique.

Protection contre le vol, les rongeurs, les oiseaux et les insectes

Un bon entrepôt à graines ne devra pas avoir de fenêtres mais seulement une porte pour minimiser les chances de vol. La porte devra être fixée convenablement pour éviter l'entrée des rongeurs et des insectes et fermée à clé quand on ne pratique pas d'entreposage. Il faut faire attention à ne pas laisser entrer les rongeurs par la porte quand on apporte ou retire des chargements.

Les constructions en bois sont moins indiquées que celles en briques, pierres, béton ou métal. Quand on utilise des constructions en bois, les fondations doivent être en pierres ou en béton et doivent dépasser le niveau du sol de un mètre. Il doit y avoir autour de la construction un rebord d'une hauteur de un mètre s'étendant sur 15 cm. Une telle construction rend tout à fait impossible la pénétration des rongeurs aussi longtemps que les fondations restent intactes.

Les insectes peuvent être plus dangereux que les rongeurs et constituent, sous les tropiques, un problème plus grave que dans les régions tempérées. La construction du plancher, des murs et du plafond ne doit pas comporter de fentes pouvant abriter des insectes. Du plâtre, une isolation et du contreplaqué convenablement appliqués peuvent minimiser le risque de crevasses. Les ouvertures de ventilation devront être munies d'un écran pour éviter l'entrée des insectes. Toutes les ouvertures, comme les conduites électriques, les ouvertures de ventilation et les portes devront être parfaitement hermétiques. Une peinture annuelle de l'intérieur avec un insecticide résiduel pourra minimiser par la suite le risque d'infestation d'insectes.

Entretien sanitaire

L'entretien sanitaire aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du bâtiment est très important. Les semences à éliminer et les déchets de nettoyage devront être transportés à distance et non laissés juste derrière la porte, destinés ainsi à abriter des insectes.

Une fois que l'entrepôt ne contient plus du tout d'insectes, la plus sérieuse source de réinfestation résulte de l'apport de graines infestées. Les semences que l'on apporte peuvent provenir de la forêt où elles sont déjà attaquées ou peuvent être transférées à partir d'un autre entrepôt, infesté lui. Une telle infestation est contrôlée par la fumigation.

Il est préférable d'avoir une chambre de fumigation plutôt que de traiter l'entrepôt en entier. La chambre de fumigation aura sa propre porte qui donnera à l'extérieur. La fumigation doit se faire sur une plaque en béton sous une toile goudronnée. Ce n'est qu'après fumigation que les semences pourront être stockées dans l'entrepôt.

Il est important de noter que la fumigation (particulièrement des fumigations répétées) peut réduire sérieusement la vigueur et même la capacité germinative des semences. C'est spécialement vrai pour les graines à haute teneur en eau. Les semences contenant plus de 14 pour cent d'eau devront être séchées en dessous de cette valeur avant la fumigation.

Les hautes températures peuvent aussi accroître les dommages causés par les fumigants. C'est pourquoi la fumigation n'est employée que pour les graines qui entrent. Cependant, quand un dépôt contenant beaucoup de semences commence à être infesté, la fumigation est alors nécessaire.

Contrôle de la température

La température est un des deux plus importants facteurs influençant la longévité des graines. Les graines maintiennent d'autant mieux leur capacité germinative que la température est basse. Le contrôle de la température peut être assuré par ventilation, isolation et réfrigération. Ces méthodes ne s'excluent pas mutuellement et sont normalement employées en complément l'une de l'autre.

Dans les pays tropicaux, la réfrigération est nécessaire pour maintenir la température d'entreposage en dessous de la température ambiante en vue d'un entreposage de longue durée des semences.

Contrôle de l'humidité

L'expérience a montré que la réfrigération seule n'est pas suffisante. Dorénavant, la réfrigération est employée en combinaison avec la déshydratation ou avec une technique consistant à enfermer les graines séchées dans des récipients étanches à l'humidité avant de les placer en réfrigération. C'est la technique généralement adoptée en Nigeria.

Si les graines sont séchées à des niveaux d'humidité corrects et puis entreposées dans des récipients étanches à l'humidité, la faible teneur en humidité des graines se maintiendra même dans des conditions d'entreposage à forte humidité relative. Les graines placées dans de tels récipients et entreposées en réfrigération peuvent conserver longtemps leur capacité germinative.

Emploi de produits desséchants

Comme ces récipients étanches à l'humidité sont difficiles à ouvrir et à refermer, ils ne sont pas très commodes pour les généticiens et pour les inspecteurs officiels qui doivent entreposer de nombreux petits échantillons aisément accessibles. De tels échantillons devraient être entreposés dans une chambre froide à atmosphère sèche. De telles chambres sont utilisées malgré leur coût élevé. Dans beaucoup de régions du monde, on ne peut pas toujours faire confiance à l'électricité et, de ce fait, la réfrigération et le séchage ne fonctionnent pas toujours. Une autre possibilité est de stocker les échantillons de graines dans des boîtes métalliques munies d'un système de couvercle hermétique avec des produits desséchants (par exemple, gel de silice).

Le gel de silice est disponible avec tous ou certains grains traités au chlorure de cobalt qui fait virer le gel de silice du bleu au rose quand l'humidité relative est de 45 pour cent. On place dans la boîte métallique contenant les semences du gel de silice dans un rapport de 1 à 10. Quand l'indicateur vire au rose, le gel de silice est enlevé et réactivé par séchage dans un four à 175°C, refroidi dans un récipient fermé et réemployé dans la boîte métallique. De cette façon, les semences sont maintenues dans une humidité relative inférieure à 45 pour cent, qui est un taux adéquat pour de longues années d'entreposage à une température de 20 à 25°C.

En plus de sa manipulation facile, la boîte métallique ou tout autre récipient semblable a d'autres avantages :

i) elle met les graines à l'abri des rongeurs et des insectes comme de l'humidité;

ii) les boîtes, qui ne sont pas très chères, peuvent être aisément empilées sur des rayons dans un espace peu important;

iii) les graines en équilibre avec une HR de 45 pour cent ne sont pas attaquées par les champignons;

iv) la seule surveillance demandée est une inspection périodique pour s'assurer que l'indicateur reste bleu.

Effet de l'entreposage hermétique à l'air

Haack (1909) a montré par des expériences contrôlées soigneusement que les récipients hermétiques à l'air prolongeaient considérablement la vie des graines bien qu'ils ne puissent pas entièrement prévenir une détérioration. On croit maintenant que l'avantage principal de ce type d'entreposage n'est pas seulement de conserver le taux d'humidité

mais aussi de prévenir toute contamination par les champignons ou autres ennemis (Baldwin, 1942). Il est primordial de s'assurer que les graines sont séchées jusqu'à leur teneur en eau optimale avant qu'elles ne soient enfermées, sinon cela ne ferait que prolonger un état défavorable, qui résulterait en une détérioration.

Choix des récipients

Différents types ont déjà été mentionnés. Le facteur important dans le choix des récipients est d'abord le degré d'hermétisme souhaité.

La plupart des entreposages à grande échelle se font dans des récipients hermétiques. De tels récipients ralentissent mais n'arrêtent pas entièrement les échanges gazeux entre l'intérieur du récipient et l'air ambiant. Il faudra minimiser d'autant plus les échanges que la différence est importante entre l'intérieur et l'extérieur. Voici quelques autres facteurs à prendre en considération dans le choix d'un bon récipient, tels qu'ils sont mentionnés par Stein et al. (1974) :

"i) lorsque la graine demande un séchage supplémentaire pendant son entreposage, ne pas utiliser un récipient hermétique parce qu'un excès d'humidité est dommageable à la graine (Barton, 1961).

ii) Employer un récipient hermétique si l'augmentation en humidité peut être dommageable et si l'humidité relative dans l'entrepôt est élevée.

iii) Les récipients et les graines peuvent se garnir rapidement d'une condensation indésirable quand on les sort du réfrigérateur. Il est recommandé, juste avant de les ouvrir, de chauffer les récipients à la température de la pièce.

iv) Des sachets de polyéthylène de 4 à 10 mil empêchent ou retiennent l'humidité mais permettent encore les échanges d'oxygène et de dioxyde de carbone avec l'air extérieur. De tels échanges peuvent être bénéfiques ou dommageables selon l'espèce considérée.

v) Un récipient facile à ouvrir et à fermer est à conseiller lorsqu'il faut ajouter ou enlever plusieurs fois des quantités de graines. N'ouvrir que quand c'est nécessaire pour minimiser les variations de température et d'humidité relative. Sinon, stocker les graines dans de petits récipients de telle façon que le contenu entier puisse être amassé ou vidé en une fois.

vi) Remplir les récipients complètement pour n'avoir qu'un minimum d'échange d'humidité entre la graine et l'air du récipient.

vii) Lorsque la teneur en eau de la graine ou l'humidité relative est élevée, le récipient doit être fait en une matière résistante à l'humidité.

viii) Lorsque les semences sont fragiles et facilement endommagées, on doit utiliser un récipient à parois rigides doublé de sacs de plastique imperméables à l'humidité.

ix) Choisir une dimension de récipientset une façon de les empiler qui facilitent une température et une aération uniformes dans la pièce.

x) Certains récipients peuvent être faits de substances néfastes aux graines d'arbres et d'arbustes (Barton, 1954). Des récipients non encore testés pour leur toxicité devront l'être auparavant."

TESTS DE QUALITE DES SEMENCES

Tout programme de conservation de graines, que ce soit des graines destinées à un usage commercial ou comme matériel génétique, doit avoir un programme de contrôle de qualité. Le fournisseur de graines commerciales a besoin de savoir quels lots commencent à se dégrader le plus rapidement; de cette façon, il pourra les vendre en premier lieu. De même, le directeur d'un entreposage de matériel génétique doit être en mesure de déterminer quand il peut planter un lot de semences avant que sa capacité germinative ne soit fortement réduite ou complètement perdue (Harrington, 1972).

Les différentes façons de contrôler les graines et les procédés sont décrits dans les principes et règles de l'Association internationale d'Essais de Semences (AIES, 1966 et 1974). Parmi d'autres tests, il est important de tester les capacités germinatives de chaque lot de graines à sa réception pour l'entreposage. De cette façon, la qualité des graines est enregistrée. Par la suite, d'autres tests devront être effectués pour détecter une éventuelle détérioration. Si elle se produit, les conditions de stockage devront être vérifiées pour découvrir la cause et prendre des mesures adéquates (Harrington, 1972).

EMPAQUETAGE ET TRANSPORT DES SEMENCES

Empaquetage pour l'expédition

L'expérience a montré qu'une perte de viabilité est due à une exposition à de hautes températures ou à une humidité variable pendant le transport. Certaines semences demandent à être conservées en conditions sèches, d'autres en conditions humides.

L'empaquetage choisi pour l'expédition dépendra de la nature de la semence, de la quantité de semences transportées, du temps de transit, du mode de transport et des conditions atmosphériques prévues. Voici quelques conseils pratiques recommandés par Stein et al.(1974) :

i) munir la semence d'une double protection. Enfermer le récipient à semences dans un vase externe robuste et préférablement rigide.

ii) Des récipients de dimension petite ou modérée supportent mieux le transport.

iii) Remplir complètement les récipients pour minimiser le contenu d'air et les mouvements des semences durant le trajet.

iv) Mettre les graines dans des sacs en plastique, en papier d'aluminium, ou en papier kraft résistant à l'humidité, ou dans des récipients rigides comme des fioles, des bouteilles en plastique ou des boîtes métalliques.

v) Les semences demandant une humidité élevée seront mélangées à de la mousse fine de sphagnum humectée, dans de la tourbe ou de la sciure de bois et placés dans des récipients hermétiques à l'eau.

vi) Pour certaines espèces, il faut ajouter un inhibiteur chimique de germination en milieu humidifié (Barton, 1961).

vii) Les grandes semences, les semences humides peuvent être enveloppées individuellement dans de la paraffine ou du latex.

viii) Tous les paquets doivent porter une étiquette sur le revêtement le plus interne et une autre à l'intérieur du récipient.

ix) Pour de longues distances, il est recommandé de transporter les semences fragiles par avion. Des récipients fermés hermétiquement peuvent exploser à haute altitude.

x) Les emballages doivent permettre une ouverture et une fermeture aisées s'ils sont destinés à l'exportation dans une région nécessitant une fumigation.

Transport des semences

En plus de leur transport du lieu de récolte à l'entrepôt, les semences sont aussi transportées entre différents entrepôts et également de leur lieu de conservation au lieu de plantation. Pendant ces déplacements, les graines peuvent subir de sérieuses détériorations. Il est important de noter qu'à tous les stades du transport les principes garants d'une bonne conservation s'appliquent également. Des mesures doivent être prises pour éviter des températures élevées et fluctuantes et une humidité néfaste, qui sont les premières causes de la perte de viabilité.

Si l'emballage est adéquat et si l'expédition a été préparée soigneusement, la plupart des lots arriveront à destination dans de bonnes conditions. Il est prudent d'envoyer avec chaque lot des instructions concernant les soins à apporter après le transport.

BIBLIOGRAPHIE

A.I.E.S. 1966 — Règles internationales pour les essais de semences 1966. Comptes rendus de l'Association internationale d'Essais de Semences, 31 (3): 352-519.

A.I.E.S. 1974 — Report of the International Seed Testing Workshop, Copenhagen and Lund, 1973. Seed Science and Technology 2 (2): 163-266.

Baldwin, H.I. 1942 — Forest tree seed of the north temperate regions, with special reference to North America. Waltham, Massachussetts, U.S.A., Chronica Botanica Company. 240 p.

Barton, L.V. 1954 — Storage and packeting of seeds of Douglas fir and western hemlack. Contrib. Boyce Thompson Inst. 7: 379-404.

Barton, L.V. 1954 — Seed preservation and longevity. New York, Interscience Publishers, Inc. 216 p.

FAO 1957 — Le traitement des graines forestières, par H.I. Baldwin. Rome, FAO. Collection de la FAO: Mise en valeur des forêts N° 4. 128 p.

Haack, O.H.A. 1909 — Die Beschaffung des Kiefern- und Fichtensamens, einst, jetzt, und künftig. Mitt. d. Deutschen Forstvereins 6:32.

Harmond, J.E. et al. 1968 — Mechanical seed cleaning and handling. Washington, D.C., U.S.D.A. Agricultural Handbook No. 354. 56 p.

Harrington, J.F. 1972 — Seed storage and longevity. Dans: Kozlowski, T.T., ed. Seed biology, Vol. 3, Insects, and seed collection, storage, testing and certification. New York, Academic Press. pp. 145-245.

Holmes, G.D. and Buszewicz, G. 1958 — The storage of seed of temperate forest tree species. Forestry Abstracts 19 (3): 313-322 and 19 (4) 455-476.

Roberts, E.H. ed. 1972 — Viability of seeds. London, Chapman and Hall Ltd. 448 p.

Stein, W.I. *et al.* 1974 — Harvesting, processing, and storage of fruits and seeds. *Dans* Schopmeyer, C.S., technical coordinator, Seeds of woody plants in the United States. Washington, D.C., Forest Service, U.S.D.A. Agricultural Handbook No. 450. pp. 98-125.



Pinus oocarpa est l'une des meilleures espèces de plantation dans la savane guinéenne septentrionale. Cette parcelle à Afaka, Nigeria, est âgée de 7 ans.

AMELIORATION DES ARBRES FORESTIERS, PEUPLEMENTS DE SEMENCIERS ET VERGERS A GRAINES

H. Keiding
Centre danois/FAO de semences d'arbres forestiers
Hümlebaek, Danemark

TABLE DES MATIERES

AMELIORATION DES ARBRES FORESTIERS

De façon générale, on entend par amélioration des arbres forestiers toutes les activités fondées sur l'utilisation du potentiel génétique des espèces. En effet, il existe entre les espèces et à l'intérieur de chaque espèce une variation dont nous pouvons tirer profit et qui est le résultat d'une interaction entre, d'une part, le patrimoine génétique des populations d'arbres et des individus et, d'autre part, le milieu. En d'autres termes, le traitement sylvicole d'une population particulière et le site qu'elle occupe sont très importants. L'amélioration des arbres peut s'entendre dans différentes circonstances et à divers degrés d'intensité, allant de la conservation des ressources génétiques, des essais d'espèces et de provenances à l'établissement de vergers à graines, aux croisements contrôlés et aux essais de descendance.

Le préalable indispensable à tout programme d'amélioration des arbres est la forêt artificielle. Il y a possibilité de sélectionner et d'améliorer dès que des graines sont recueillies et des plants élevés et cultivés artificiellement. Il convient donc de commencer l'étude de l'amélioration des arbres en liaison avec les programmes de boisement et de

reboisement. Il est évident que les conditions qui règnent en savane sont particulièrement appropriées pour l'amélioration des arbres puisque tout établissement se fera par plantation, dans une grande mesure, d'essences introduites.

L'amélioration des arbres, dans un sens plus étroit, la sélection, se fait à plusieurs niveaux commençant, si nous suivons l'ordre logique, par l'espèce et la population et se terminant par l'individu. La sélection par espèces et par provenances a déjà été étudiée; nous nous pencherons donc sur la sélection d'individus d'élite.

Sélection phénotypique et environnement

Toute sélection d'individus est une sélection phénotypique car l'on ne peut séparer les influences de l'environnement et du génotype sans essais de descendance. A un stade plus avancé d'amélioration des arbres forestiers, les individus ayant été sélectionnés au cours d'essais répétés, la sélection se fait plus "génotypique", mais pour lancer un programme d'amélioration, on procède le plus souvent à la sélection d'arbres d'élite ou de phénotypes supérieurs dans les peuplements naturels ou les plantations.

Le rapport entre les trois notions: phénotype, génotype et environnement est exprimé par l'équation bien connue:

Phénotype = génotype + environnement

Le sélectionneur a intérêt à se procurer de bons génotypes, c'est-à-dire des arbres qui, quelles que soient les influences de l'environnement, ont une performance bonne ou supérieure à la moyenne. Ces arbres possèdent une constitution génétique favorable et, groupés, ils modifient les fréquences de gènes dans une direction positive.

Les phénotypes sont choisis sur la base d'un certain nombre de caractères dont la qualité devrait, en général, être égale ou supérieure à un certain pourcentage fixe dépassant la moyenne de qualité pour la population. Comme élément de comparaison, on utilise souvent, au lieu de cette moyenne, une section représentative de la population, par exemple, les quatre ou cinq arbres dominants les plus rapprochés.

La méthode de sélection devra être choisie en fonction du programme d'amélioration arrêté, étant donné que chaque espèce et chaque marché local ont leurs propres exigences. On peut arriver à quelques orientations en examinant l'importance relative des caractères individuels dans l'utilisation ou la rentabilité. Si l'on suit un système de classement (pondération des caractères) comme le fait, par exemple, le Service forestier du Texas, U.S.A., on peut exprimer l'évaluation composite de l'individu comme étant la somme de points égale au nombre de points pour la hauteur + nombre de points pour le diamètre + nombre de points pour la forme. En accordant un point pour une caractéristique donnée, on doit tenir compte de trois facteurs: 1) le degré de supériorité du caractère, 2) l'héritabilité de ce caractère et 3) la valeur économique de cette supériorité.

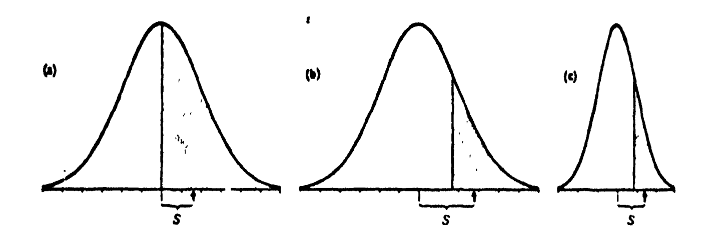
Il est clair que le nombre et le type de caractères utilisés pour la sélection diffèrent ; les plus communs sont cependant:

1. supériorité de croissance en hauteur
2. supériorité de croissance en diamètre
3. élagage naturel satisfaisant
4. rectitude, pas de fût tordu ou en spirale
5. branches à angle plat (= ouvert)
6. cime étroite, compacte, bien formée
7. résistance aux maladies
8. résistance aux insectes
9. résistance à la sécheresse
10. caractéristiques du bois

Des trois facteurs à considérer avant d'utiliser un système de classement, le premier est mesurable mais les deux autres peuvent être très difficiles à évaluer. Ainsi, le degré de transmission de l'hérédité du caractère (2) ne peut être estimé qu'après l'essai de descendance, c'est-à-dire au cours des travaux d'amélioration pour lesquels nous devons sélectionner le matériel. Il serait donc souhaitable, durant les phases initiales d'un programme d'amélioration, d'utiliser une méthode de sélection des individus qui n'enregistre que les informations nécessaires sans pondération. Il peut être difficile de se rendre compte de ce qui est vraiment "nécessaire" et l'on tend à élaborer pour les arbres d'élite des fiches trop détaillées. On peut se faire une idée de ce qu'il importe de noter en se référant aux programmes d'amélioration en cours depuis un certain temps ainsi qu'à l'usage sur le terrain. Les premiers indiqueront dans quelle mesure et dans quel but les données ont été utilisées, le second dira si les formulaires et descriptions sont d'un usage commode.

Intensité de la sélection

Une mesure de calcul de l'intensité de sélection est la différence de sélection, c'est-à-dire la différence entre la moyenne des arbres sélectionnés et la moyenne de la population parmi laquelle ils ont été sélectionnés (voir fig. 1). Comme il a été dit plus haut, la moyenne de la population totale peut être remplacée par la moyenne des quatre ou cinq arbres dominants les plus rapprochés. Ce procédé se justifie en partie par la difficulté ou l'impossibilité de mesurer l'ensemble du peuplement, spécialement dans les forêts naturelles mélangées, et en partie parce que l'on obtient sans doute ainsi une meilleure base de comparaison, des arbres rapprochés ayant plus de chances d'avoir été exposés aux mêmes influences du milieu que l'arbre d'élite potentiel. Les arbres choisis comme éléments de comparaison devraient se trouver dans un rayon de 25 à 50 m de l'arbre d'élite.



Diagrammes montrant dans quelle mesure la différence de sélection, S, dépend de la proportion de la population sélectionnée et de la variabilité du caractère en question. Tous les individus situés dans les zones en grisé ont été sélectionnés. Les unités de mesure des axes sont hypothétiques.

(a) sélection de 50%; écart-type 2 unités: S = 1,6 unité
(b) " 20%; " 2 " : S = 2,8 unités
(c) " 20%; " 1 unité : S = 1,4 unité

Fig. 1 Extrait de D.S. Falconer (1960)

L' "effet" de sélection s'appelle réponse (R) ou gain génétique (Δ G). On verra plus loin qu'outre l'intensité de sélection, l'héritabilité joue un rôle dans la réponse qu'il est possible d'obtenir. Si la même intensité de sélection est appliquée à deux caractères à héritabilité différente, c'est le caractère à héritabilité moindre qui donnera la plus faible réponse.

Multiplication végétative

La facilité avec laquelle les diverses espèces peuvent être multipliées végétativement représente un problème technique dont il faut absolument tenir compte. Dans plusieurs cas, la mise au point d'une méthode appropriée de greffage, d'écussonnage et de bouturage a été déterminante pour le progrès de la sélection. La méthode par écussonnage en placage, par exemple, a permis une amélioration soutenue de l'hévéa (*Hevea brasiliensis*) et a été utilisée ultérieurement pour l'établissement à grande échelle de plantations clonales. La même méthode quelque peu modifiée a permis l'amélioration du teck et elle semble convenir également à certains autres feuillus tropicaux. La mise au point de techniques de multiplication végétative est donc un élément indispensable de la sélection d'individus.

Test de descendance

Le but du test de descendance, au sens classique, est "d'évaluer le génotype d'un individu ou la performance d'un parent par l'étude de sa descendance dans des conditions contrôlées". Le test de descendance a été introduit par Greger Mendel il y a environ un siècle; il n'a donc rien de nouveau.

Ce test permet aussi d'évaluer les paramètres génétiques tels les différents types de variances (phénotypique, génotypique, additive et leur interaction), la valeur de sélection, l'aptitude au croisement, l'héritabilité, etc. Comme il a été dit plus haut à propos de la sélection des individus, l'héritabilité, que l'on peut appeler le degré de transmission de l'hérédité, est très importante pour nos travaux de sélection.

Types de descendance

Le type de descendances détermine, entre autres, la somme d'informations que l'on peut retirer des essais. On distingue deux groupes principaux <u>demi-fratries</u> et <u>fratries</u>.

Demi-fratries

Les demi-fratries comprennent les individus provenant d'un parent femelle (arbre ou clone) commun pollinisé par les arbres voisins. On ne connaît donc que le parent femelle. De nombreux essais de descendance se fondent sur des familles de demi-fratries; par <u>famille</u>, on entend un groupe d'arbres descendant d'un même arbre mère.

Fratries

Dans les familles de fratries, on connaît les deux parents, ce qui est le cas pour les croisements contrôlés. Ce type d'essais permet d'obtenir davantage d'informations car l'on peut estimer les variances génétiques des parents mâle et femelle.

PEUPLEMENTS DE SEMENCIERS

Les définitions suivantes ont été adoptées conformément à la nomenclature de l'OCDE 1/.

<u>Peuplement</u>: "Population d'arbres dont l'uniformité de composition, constitution et disposition est suffisante pour la distinguer des populations adjacentes".

Un peuplement peut être: d'élite, quasi d'élite, normal ou médiocre.

1/ OCDE = Organisation de coopération et de développement economiques.

Peuplement de semenciers/peuplement à graines: "Peuplement d'élite qui est généralement amélioré et ouvert par sélection puis cultivé en vue d'une production hâtive et abondante de graines" (Snyder, 1972, et Barner, 1974).

D'après Matthews (1964), on établit des peuplements à graines parfois appelés peuplements de semenciers afin de:

1. produire des semences de qualité intrinsèque améliorée en sélectionnant et favorisant les semenciers vigoureux, sains et à fût rectiligne dont le bois est de bonne qualité;

2. concentrer la collecte des graines à quelques zones spécialement traitées de la forêt, facilitant ainsi son organisation et son contrôle;

3. améliorer l'énergie et la capacité germinatives des semences recueillies.

Age, surface et développement du peuplement

Le peuplement doit être suffisamment âgé pour avoir démontré sa valeur à différents égards, se trouver à une bonne phase de sa révolution pour la floraison et la fructification et ne pas être trop âgé afin de pouvoir fournir des graines pendant un nombre suffisant d'années.

Toutefois, dans des cas spéciaux, la sélection de peuplements juvéniles est justifié s'ils sont très prometteurs. Il est recommandé de noter les peuplements qui pourraient être retenus comme semenciers lors d'inspections ultérieures. Voir Barner (1974).

Les peuplements de semenciers devraient être suffisamment vastes (5 ha au moins) pour produire assez de graines pour en justifier la cueillette et éviter les risques qu'implique un ramassage sur de trop petites populations.

Isolement

L'isolement des sources inférieures est très important. Il peut être relativement difficile d'obtenir un bon isolement des essences à pollinisation éolienne - la plupart des conifères - mais il est plus facile pour les essences entomophiles, tels le teck et l'hévéa. Si le peuplement à graines est entouré de sources de pollinisation indésirables, on peut éviter ou tout au moins réduire la contamination en utilisant des ceintures d'isolement ou des filtres plantés d'essences identiques ou non.

Traitement des peuplements à graines

Selon les définitions utilisées précédemment, un peuplement de semenciers ou peuplement à graines se distingue d'une source de graines par les traitements qu'il reçoit pour favoriser la production des semences.

Ces traitements peuvent inclure:

1. Purge en vue d'améliorer la qualité génétique de la graine.

2. Eclaircies pour donner aux semenciers un meilleur espacement et améliorer les conditions de floraison et de fructification.

3. Enlèvement du sous-bois pour faciliter la collecte des graines.

4. Application d'engrais pour intensifier la production des graines et en améliorer la qualité (procédé technique).

5. Démarcation correcte du peuplement à graines.

6. Divers autres traitements, tels que l'élagage et l'application d'insecticides pour protéger les fleurs et les fruits.

Système du verger à graines

En bref, ce système comporte la sélection d'individus d'élite (à l'intérieur d'une population vaste et satisfaisante ou d'une population reconnue pour sa provenance supérieure) et le transfert de leurs gènes sous forme de clones ou de plants de semis dans un espace protégé des sources de dissémination du pollen indésirable dans le but d'aménager une production rationnelle de graines. Le processus peut s'arrêter là ou bien inclure la création de nouveaux vergers améliorés.

Un verger à graines est donc un peuplement artificiel dont la localisation, la conception, l'établissement, la composition et l'aménagement ont pour but d'assurer à des fins forestières une production de graines génétiquement définissables.

Cette description de la procédure d'amélioration du verger à graines et la définition qui en est donnée ne sous-entendent pas une stratégie statique selon laquelle tous les avantages découleraient du premier verger. En fait, un programme d'amélioration arboricole doit être dynamique car son objectif est d'améliorer sans cesse la qualité génétique du bloc de production des graines aux fins de reboisement (le verger à graines) en ajoutant au verger existant des clones de familles améliorées ou en créant de nouveaux vergers avec ces clones.

Vergers de clones ou vergers de plants issus de semence

On peut établir des vergers à graines clonaux (rameaux greffés ou boutures racinées), ou de plants de semis d'arbres sélectionnés. Silvae Genetica a consacré entièrement un double numéro aux vergers à graines clonaux et à ceux obtenus par semis (Toda, 1964); on peut se reporter aux divers articles de cette revue et à un récapitulatif plus récent de Kellison (1969) qui donne en détail les arguments pour ou contre chacun de ces types de vergers. Qu'il suffise de dire qu'en ce qui concerne l'amélioration des essences tropicales de conifères, une enquête récente de Nikles (1973) montre que seulement sept des quelque 80 vergers à graines établis par les pays visités étaient des vergers à graines obtenus par semis.

Avantages ou gains

La comparaison entre des descendants de P. radiata issus de vergers à graines (30 clones) et de sources commerciales montre qu'après 3 ans et 6 mois, les premiers présentent une amélioration de 16% de la croissance en hauteur et de 20% en diamètre, deux caractères ayant une héritabilité assez faible. L'expérience a été menée en Australie et relatée par Griffin (1969). Les vergers à graines hybrides de mélèzes (Larix decidua x leptolepis) ont donné une descendance dont l'amélioration par rapport aux essences respectives au Danemark a toujours été de 10 à 30% pour la vigueur + la forme + la résistance au chancre. Pour ce qui est de l'hévéa (Hevea brasiliensis), la descendance des vergers à graines, qui sont à un stade avancé de développement, ont un rendement en latex de 4 à 5 fois supérieur par rapport à celui des populations de départ (Keiding, 1972).

Porterfield (1974), cité par Zobel (1974), a analysé l'héritabilité des diverses qualités et déterminé les gains que l'on peut escompter. Ses conclusions quant aux aspects économiques des vergers à graines sont les suivantes:

"1. Dans les programmes d'amélioration des arbres forestiers évalués, les gains totaux en volume obtenus avec les semences des vergers à graines par rapport aux plantations non améliorées ont été de 12 à 14 pour cent pour les vergers à graines non purgés. De plus, on a enregistré un gain de 5 pour cent en densité et une amélioration de plus de 5 pour cent pour les cimes et la forme du fût. Il est tout à fait possible d'arriver à des gains en volume dépassant 20 pour cent en intensifiant les purges et la sélection des peuplements sauvages.

2. Les avantages que l'on peut tirer d'un programme d'amélioration des arbres forestiers sont étroitement liés aux rendements en graines du verger. Le meilleur matériel génétique ne présente aucune valeur tant que l'on ne peut récolter et semer suffisamment de graines: plus on dispose de graines, plus grande sera la surface plantée de semis supérieurs. L'étude de Porterfield illustre combien il est important de maximiser les rendements en graines des vergers en utilisant les meilleurs géniteurs, en appliquant des engrais, en irriguant et en luttant contre les ravageurs. Il suffit qu'un verger à graines de plus de dix ans produise annuellement environ 7 livres de semences par acre pour rentabiliser des semences qui produisent des plants génétiquement supérieurs du point de vue du volume (10 pour cent) et permettent un bénéfice de 8 pour cent; chaque livre de ces semences vaut actuellement 116 dollars et tous les efforts devraient être entrepris pour maximiser les rendements en graines".

BIBLIOGRAPHIE

Il existe une abondante littérature sur l'amélioration des arbres forestiers qui vont des principes de base de la génétique quantitative aux descriptions très claires de techniques et d'application de l'amélioration des arbres. Pour ceux qui désirent élargir leurs connaissances dans ces divers domaines, quelques-unes des dernières publications concernant essentiellement les conditions tropicales ou traitant de ces sujets d'une façon générale sont données ci-dessous.

Barner, H. 1974 — Classification of sources for procurement of forest reproductive material. Report on the FAO/DANIDA Training Course on Forest Tree Improvement, Kenya, 1973. Rome, FAO.

Burley, J. & Nikles, D.G. (eds.) 1973 — Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford, U.K., Commonwealth Forestry Institute.

Burley, J. & Nikles, D.G. (eds.) 1972 — Selection and breeding to improve some tropical conifers, 2 Vols. Oxford, U.K., Commonwealth Forestry Institute.

F.A.O. 1963 — Actes de la Consultation mondiale sur la génétique forestière et l'amélioration des arbres, Vol. I et II, Stockholm.

F.A.O. 1969 — Deuxième Consultation mondiale sur l'amélioration des arbres forestiers, Vol. I et II, Washington.

F.A.O. 1970 — Forest Tree Breeding. UNASYLVA, Vol. 24 (2-3), Numbers 97-98. Rome 132 p.

F.A.O. 1973 — FAO/DANIDA Training Course on Forest Tree Improvement, Kenya, 334 p.

F.A.O. 1975 — The Methodology of Conservation of Forest Genetic Resources. Report on a pilot study. Rome. 127 p.

Falconer, D.S. 1960 — Introduction to Quantitative Genetics, Oliver and Boyd, Londres, 365 pages.

Faulkner, R. (ed.) 1975 — Seed orchards. London, Forestry Commission. Bulletin No. 54

Griffin, A.R. 1970 — A comparison of Pinus radiata of seed orchard origin with alternative commercial sources - 3½ year assessment. Second World Consultation on Forest Tree Breeding, Washington, D.C., U.S.A., 1969. Vol. 1.

Guldager, P. 1974 — Savanna Forestry Research Station Nigeria, Tree Improvement Rome 69p.

Keiding, H. 1972 — Seed orchards of Hevea and teak. In: Symposium on seed orchards in honour of C. Syrach Larsen. Forest Tree Improvement, nr. 4.

Kellison, R.C. 1969 — Application of genetics, racial variation and adaptation to tree improvement. Lecture Notes, FAO/North Carolina State University Forest Tree Improvement Training Course, 1969. Raleigh, N.C., U.S.A., School of Forest Resources.

Matthews, J.E. 1964 — Seed production and seed certification. Unasylva Vol. 18 (2-3), Nos. 73-74.

Nikles, D.G. 1973 — Improvement of tropical conifers: report on a questionnaire. In: Burley, J. and Nikles, D.G. (eds.), Selection and breeding to improve some tropical conifers, Vol. 2. Oxford, U.K., Commonwealth Forestry Institute.

Porterfield, R.L. 1974 — Predicted and potential gains from tree improvement programs - a goal programming analysis of program efficiency. Raleigh, N.C., U.S.A., School of Forest Resources, North Carolina State University. Technical Report No. 52.

Silvae Genetica 1964 — Vol. 13 (1-2).

Snyder, E.B. 1972 — Glossary for forest tree improvement workers. Southern Forest Experiment Station, USDA.

Toda, R. 1964 — A brief review and conclusions of the discussion on seed orchards. Silvae Genetica 13 (1-2).

Zobel, B. 1974 — Increasing productivity of forest lands through better trees. Berkeley, U.S.A., University of California. The S.J. Hall Lectureship in Industrial Forestry.

Periodicals

1. Silvae Genetica. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M. Publication schedule, 6 numbers per year.

2. Forestry Abstracts. ODC classification:
   165.3/7 : Heredity, Genetics and Breeding, Variation.
   232.1 : Choice and Trials of species, races etc.

   Published monthly by Commonw. Agricultural Bureau, Farnham, U.K.

3. Information sur les ressources génétiques forestières. Document forestier occasionnel. (Publié deux fois par an). FAO, Rc

AGENCEMENT ET IRRIGATION DES PEPINIERES

D. E. Greenwood
Division de la Recherche forestière
Kitwe, Zambie

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

Pour mener à bien l'établissement d'une plantation, il est important que la pépinière forestière produise un nombre suffisant de plants de la taille et de la qualité appropriées au moment voulu. La première étape vers la réalisation de cet objectif consiste à disposer d'une pépinière correctement située et bien conçue, dotée d'un système d'irrigation efficace. De bonnes techniques de pépinière, quelle que soit l'habilité avec laquelle on s'en sert, compensent rarement un emplacement mal choisi, un agencement mal conçu ou un système d'irrigation déficient. On se souviendra cependant que, sans un bon pépiniériste, la meilleure pépinière donnera difficilement des produits de bonne qualité.

CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA PEPINIERE

Il faut tout d'abord décider si le programme sera mieux desservi par une grande pépinière centrale ou par plusieurs petites pépinières dispersées. Quand les communications sont insuffisantes ou que l'on ne dispose pas de moyens de transport, il n'y a pas d'autre solution que la création d'un certain nombre de petites pépinières. Si l'on a le choix, il faut examiner les aspects économiques relatifs des deux systèmes, ainsi que plusieurs facteurs d'ordre techniques:

(a) le coût par plant dans le cas d'une production en masse dans une grande pépinière sera sans doute nettement inférieur mais les frais de transport depuis la pépinière jusqu'aux lieux de plantation seront forcément plus élevés. On sera parfois amené à tenir compte de frais de transport et de subsistance de la main-d'oeuvre dans le cas de pépinières plus petites et éloignées.

(b) il faut évaluer les frais totaux d'investissement requis par la création de plusieurs petites pépinières en les comparant à ceux que comporte la création d'une grande pépinière centrale. L'équipement nécessaire pour les petites pépinières sera plus simple, les bâtiments et autres installations de qualité plus modeste; par contre, l'effectif total en main-d'oeuvre sera plus important et de nombreux articles devront figurer en double.

(c) la grande pépinière offre cet avantage qu'elle permet de concentrer un personnel de supervision qualifié, de disposer d'un équipement plus perfectionné et d'offrir de meilleures conditions au personnel et à la main-d'oeuvre. Les fournitures de matériel, les réparations et l'entretien de l'équipement sont plus faciles à organiser.

(d) en revanche, avec une série de petites pépinières, on a l'avantage de pouvoir isoler les foyers de maladies et limiter leurs effets sur l'ensemble de la production. L'effet général des pannes de matériel est moins sensible et il est généralement plus facile de trouver les quantités de sol et d'eau nécessaires.

(e) il faut tenir compte de l'effet de la transplantation sur les plants de pépinière et de leur transport par de mauvaises routes à de grandes distances de la pépinière centrale. Les plants risquent d'être brûlés par le vent s'ils ne sont pas protégés, mais même avec une protection suffisante, il peut y avoir une certaine mortalité car les vibrations continuelles brisent les fines racines.

La pépinière doit être située sur un terrain plat bien drainé. Lorsqu'on ne dispose pas d'un terrain bien drainé, une légère pente est alors préférable, mais il faut veiller à ce que l'érosion ne se développe pas. L'emploi d'un système d'irrigation de surface, tributaire de l'écoulement par gravité, peut aussi demander le choix d'un emplacement en pente. Une situation à mi-pente est préférable pour pouvoir drainer l'air froid et l'on doit éviter la tentation de choisir un site topographiquement inapproprié, comme le fond d'une vallée ou la rive d'un cours d'eau, pour faciliter l'approvisionnement en eau.

La pépinière doit bien sûr être située dans un endroit permettant un approvisionnement en eau suffisant et de qualité (sans oublier les besoins domestiques) et se trouver aussi près que possible d'une réserve de sol approprié ou de l'un des principaux constituants du mélange de sol utilisé, quel qu'il soit (comparer le coût de transport du sol et le coût de transport des plants).

L'abri est une question très importante et, à moins que la station ne soit abritée naturellement, il faut installer un brise-vent contre les vents dominants. Il faut aussi planter des haies autour de la pépinière, en ménageant des percées pour le drainage de l'air froid; dans les grandes pépinières, il peut être utile d'avoir des haies intérieures à condition que celles-ci ne gênent pas la circulation et le travail. Dans les pépinières volantes, on peut remplacer les haies et les brise-vent par des écrans artificiels, qui seront d'ailleurs sans doute nécessaires dans les débuts d'une pépinière permanente en attendant que les haies et les brise-vent soient complètement implantés.

Au voisinage des usines, il faut tenir compte de la pollution de l'air. Le bioxyde de soufre peut avoir des effets nuisibles sur des distances considérables dans certaines conditions atmosphériques. Ce problème s'est déjà posé de manière sérieuse dans une pépinière de la "Ceinture du cuivre", en Zambie.

Un autre facteur qui peut entrer en ligne de compte dans le choix final de l'emplacement a trait à l'existence de logements pour la main-d'oeuvre ainsi que d'installations connexes et de routes d'accès.

ETABLISSEMENT DU TRACE DE LA PEPINIERE

Il est commode, tant pour la planification que pour les opérations, de diviser la pépinière en blocs, sections et planches:

(a) la planche est l'unité de base et ce terme ne désigne pas seulement la formation structurale courante qui est utilisée comme planche de semis ou planche de repiquage mais aussi éventuellement un espace délimité dans lequel on dispose les caissettes ou récipients contenant les plants.

(b) la section se compose de deux à huit planches et représente l'unité qui est soumise au même traitement au même moment.

(c) Le bloc représente simplement un groupe de sections, d'un nombre approprié qui varie en fonction du tracé de la pépinière. Le bloc doit toujours comprendre un espace pour une route qui doit le traverser par le milieu, de préférence dans l'axe de la longueur, de manière que le chargement et le déchargement des camions puissent se faire sur les deux côtés.

Une planche de semis ou de repiquage ne doit pas avoir plus de 1 mètre de largeur interne pour que l'on puisse y travailler commodément mais les carrés en saillie dans lesquels on empile des récipients ou des caissettes peuvent avoir jusqu'à 1,2 mètre de largeur, celle-ci devant en fait être plutôt calculée de manière à loger un nombre entier de récipients. La longueur de la planche est une question d'échelle des opérations et d'espace disponible. La longueur des carrés saillants doit être calculée de manière à loger un nombre entier de récipients, ce qui simplifie le comptage et l'organisation. Il n'est généralement pas indiqué d'avoir des planches dépassant 10 mètres car les accès latéraux peuvent s'en trouver gênés. Les planches de semis doivent en principe être orientées est-ouest afin d'éviter que le soleil ne brûle les plants.

Les planches de semis doivent normalement se trouver dans des blocs séparés des planches de repiquage et des carrés sans en être trop éloignées.

Le nombre total de planches et de sections nécessaires doit être calculé d'après le programme de plantation prévu, compte tenu des plants à éliminer, d'une tolérance d'échec et d'une marge de sécurité. Il faut également prévoir la possibilité d'une extension future dans le cas des pépinières permanentes. On se souviendra également que si les plants doivent rester en pépinière plus d'un an, il faut laisser de la place pour des planches supplémentaires.

Il faut aussi prévoir un ombrage mais la forme exacte des ombrières, de même que la structure des planches, dépend des types de planche, des techniques employées et des matériaux disponibles sur place. Lorsqu'on pratique couramment l'habillage des racines au moyen d'un fil de fer, il faut en tenir compte lorsqu'on prépare les supports d'ombrières et établit les diverses caractéristiques des planches.

Dans le plan général et le tracé des sections, blocs et planches, l'accès et la circulation des véhicules doivent être étudiés avec le plus grand soin. Une largeur de 5 mètres doit être prévue pour une route à une seule voie. Il faut qu'il y ait suffisamment de place pour faire demi-tour, sans qu'il soit nécessaire de faire marche arrière ou d'effectuer toute autre manoeuvre pouvant abîmer le sol. L'eau qui s'écoule des planches sur le sol doit être évacuée hors des voies de circulation afin d'empêcher la formation de flaques boueuses.

Les passages entre les planches doivent être suffisamment larges pour admettre les diables, chariots ou brouettes de tout type. Une largeur de 1 mètre suffit généralement (voir Fig. 1).

Le tracé doit être conçu de manière à permettre l'emploi d'un système "d'écoulement" du travail (voir par exemple le Fig. 2) et à réduire au minimum les manipulations de sol, récipients et autres matériels.

Le système d'irrigation utilisé aura également une influence sur le tracé. On trouvera dans les Figs. 1-3 des exemples du tracé de certaines parties de pépinières existants en Zambie qui illustrent cette idée.

Dans les pépinières où le sol doit être mélangé avec des engrais ou d'autres ingrédients ou bien où le sol doit être stérilisé en "silo", il faut consacrer une section de la pépinière à ces opérations. Si le sol doit être mis en récipients, un autre espace immédiatement adjacent à la zone de mixage/stérilisation devra être réservé au remplissage. Dans les pépinières où l'on utilise le sol sans autre adjonction et sans stérilisation ou si celle-ci se fait dans les pots in situ, il n'est pas nécessaire de réserver ces espaces spéciaux car le sol sera déchargé directement dans les planches. Dans le cas contraire, il faut décider de leur emplacement en ayant à l'esprit le déroulement des opérations, la nécessité de réduire au minimum les manipulations et les déplacements à l'intérieur de la pépinière (voir Fig. 3).

Dans les régions où l'on peut s'attendre à devoir pratiquer l'inoculation mycorhizienne, il est utile, dans le cas des pépinières permanentes, d'avoir une planche spéciale pour la mycorhization où l'on fait pousser les pins. Le sol avec lequel on fait démarrer la planche doit provenir d'un peuplement de pins existants, mais par la suite on peut aussi ajouter de la terre forestière ordinaire.

Dans les pépinières permanentes, il est toujours bon de prévoir un espace supplémentaire à toutes fins utiles, en vue non seulement d'extensions non prévues au départ mais aussi de modifications des techniques et d'expérimentation de nouvelles techniques.

A côté de dépôts couverts réservés aux brouettes, récipients et autres matériels, il faut un magasin spécial pour les engrais, insecticides, fongicides et autres produits chimiques. Ce dernier doit être installé dans un endroit judicieusement choisi afin de réduire au minimum, si possible, la manipulation de ces substances dangereuses.

Il faut prendre certaines dispositions en vue d'enregistrer les données météorologiques, en particulier les températures maxima et minima et les données relatives à l'humidité.

ALIMENTATION EN EAU

Il importe d'évaluer la quantité d'eau qui sera nécessaire. Lorsqu'une adduction d'eau à usage domestique est également requise, la source d'alimentation devra pouvoir répondre, à son niveau le plus bas, non seulement aux besoins de pointe des végétaux mais également à ceux de la demande domestique.

Les besoins d'une pépinière varient énormément selon les conditions locales et le type de plant cultivé. Lorsqu'on ne peut se référer à une expérience locale pour estimer les besoins, on procède à un calcul approximatif basé sur les taux d'évapotranspiration (voir Annexe 6 de Laurie). Les chiffres d'après lesquels on calcule la demande domestique pourront normalement être obtenus sur place.

QUALITE DE L'EAU

L'eau doit être relativement exempte de sédiments ou autres particules solides non dissoutes et la teneur en sels dissous doit également être faible. Le pH doit normalement ne pas dépasser 7. Il est impossible néanmoins de se prononcer de façon rigoureuse au sujet des limites de ces facteurs, car les différentes essences et différents sols réagissent à leur manière et, d'autre part, les pratiques culturales employées influent également sur la tolérance des végétaux. Laurie (chapitre 11, Annexe 6) suggère des limites qui peuvent servir de guide en attendant d'acquérir des connaissances applicables localement.

OUVRAGES D'AMENEE D'EAU

L'approvisionnement en eau de la pépinière peut se faire soit par gravité, soit à l'aide de béliers hydrauliques ou de pompes. L'Annexe 6 de Laurie fournit des détails sur ce point.

Lorsque les arrosages se font au moyen d'arrosoirs à main ou de pulvérisateurs à dos ou quand il s'agit d'un réseau d'irrigation de surface, les réservoirs peuvent se trouver au niveau du sol. Il n'en demeure pas moins indispensable de disposer d'une réserve, spécialement quand la source d'alimentation en eau (un puits par exemple) ne peut assurer pendant une brève période de forts débits de pointe tout en étant parfaitement capable d'assurer la quantité journalière voulue. Pour calculer la capacité d'emmagasinement nécessaire, on procède généralement comme suit: on prend la demande journalière de pointe, compte tenu d'une éventuelle extension ultérieure, et l'on double ce chiffre.

Pour les arrosages à la main, au moyen d'un tuyau et d'une pomme d'arrosage et pour tous les systèmes d'irrigation par aspersion sur frondaisons, il faut un réservoir surélevé. La charge doit être de 10 m au moins quand le réservoir est à moitié plein, ce qui donne la pression nécessaire pour produire de petites gouttelettes. Il ne faut pas se fier à un pompage continu avec une pompe à clapet pour produire la pression nécessaire.

Lorsque l'eau destinée aux besoins domestiques provient de la même source d'alimentation, il faut deux conduites différentes, l'une pour les usages domestiques et l'autre pour la pépinière, de manière que la consommation domestique n'entraîne pas de variations de pression dans le réseau d'irrigation. Il est préférable, si on le peut, d'installer deux réseaux complètement séparés.

Quand on emploie le pompage, il est conseillé d'avoir une pompe de secours. Si cela n'est pas possible, il convient d'accroître encore la capacité de stockage en prévision des pannes.

Quel que soit le système d'irrigation utilisé l'eau doit être distribuée aux divers points de la pépinière au moyen d'une série de canalisations soit fixes soit mobiles. Les diverses solutions possibles sont décrites en détail à l'Annexe 6 de Laurie.

Si l'on utilise l'irrigation par aspersion, on installera des bassins de décantation ainsi qu'un dispositif de purge du réseau.

METHODES D'IRRIGATION

L'arrosage manuel au moyen d'arrosoirs munis d'une pomme de pulvérisation ou de nébulisateurs à dos représente la méthode idéale pour les petites pépinières (jusqu'à disons 10 000 plants). Il faut prévoir un nombre suffisant de points d'alimentation.

L'arrosage manuel à l'aide de tuyaux munis d'une pomme d'arrosage peut être utilisé dans les petites pépinières où l'on peut assurer la pression nécessaire. Cette méthode peut évidemment convenir à des pépinières plus importantes mais présente le même inconvénient que les autres méthodes d'arrosage manuel en ce sens qu'il est difficile d'assurer un arrosage uniforme. Avec cette méthode, il faut installer une grande quantité de prises d'eau, à peu près une prise d'eau aux deux extrémités de chaque bloc.

L'irrigation de surface peut être utilisée pour les grandes pépinières mais cette méthode n'est pas très répandue. L'installation d'un réseau de ce type requiert une grande habileté mais son exploitation est relativement peu coûteuse. De plus, il est difficile de contrôler les quantités d'eau appliquées et l'efficacité de la consommation d'eau est faible. Les engrais, insecticides et fongicides qui ne peuvent être utilisés dans les réseaux d'aspersion, peuvent être appliqués avec l'eau dans le cas des réseaux de surface mais cette formule est également une source de gaspillage et est difficile à contrôler.

L'irrigation par aspersion sur frondaisons représente le système idéal pour les grandes pépinières. Les systèmes disponibles sont très nombreux mais peuvent se ramener aux arroseurs rotatifs, rampes d'aspersion ou tuyaux perforés.

Les systèmes rotatifs ont tendance à produire des gouttelettes plus grosses que les deux autres systèmes et étant donné l'allure de leur distribution pluviométrique, il est plus difficile d'obtenir un arrosage uniforme. Cependant ils tolèrent mieux la présence de petites particules dans l'eau et sont donc moins sujets à s'obturer. Les rampes d'aspersion sont d'un entretien plus aisé que les tuyaux perforés. L'un et l'autre donnent un arrosage bien homogène.

Mais il n'existe pas de système d'aspersion qui soit parfait et l'on s'aperçoit souvent à l'usage qu'un certain arrosage manuel complémentaire est nécessaire, en particulier en présence d'une certaine turbulence de l'atmosphère.

Quand on projette un système d'aspersion, il est utile de consulter un expert avant d'arrêter sa décision. Il faut aussi consulter les éventuels fournisseurs de matériel en leur donnant des informations très détaillées concernant les besoins et notamment:

(i) la superficie à desservir

(ii) la fréquence, la force et la direction des vents

(iii) la dimension maximum acceptable des gouttelettes

(iv) le taux de distribution nécessaire par m2 de planche

(v) la pression disponible

(vi) le calibre de la conduite d'amenée depuis le réservoir

(ces deux dernières indications pouvant être fournies lorsque le réseau d'alimentation est déjà en place)

A défaut de ces conseils, il faut du moins essayer de se procurer les prospectus des fabricants et les étudier avant de commander le matériel.

BIBLIOGRAPHIE

Laurie, M.V. 1975 — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines. Collection FAO: mise en valeur des forêts No. 19. Rome, FAO. 194 p.

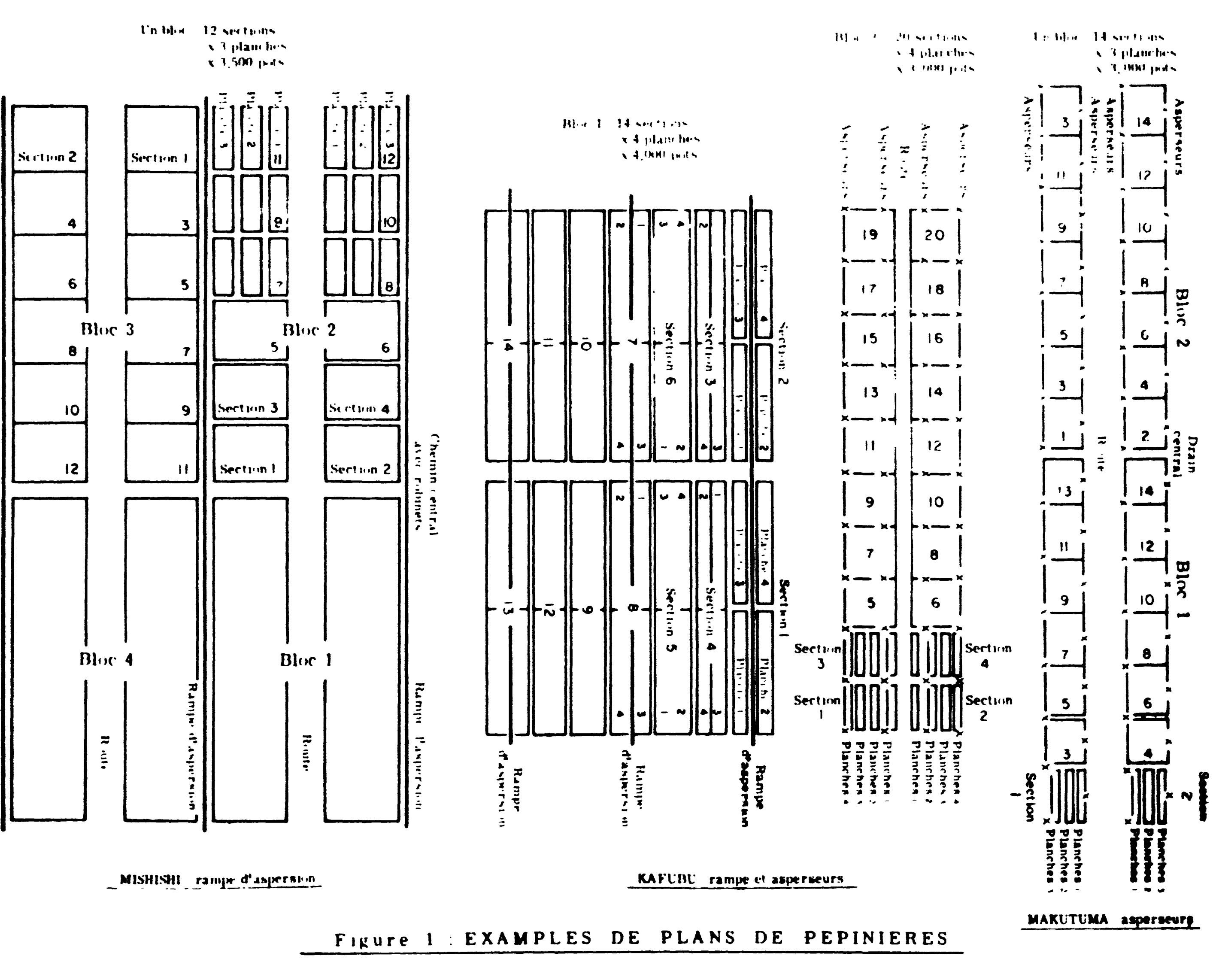


Figure 1 : EXAMPLES DE PLANS DE PEPINIERES

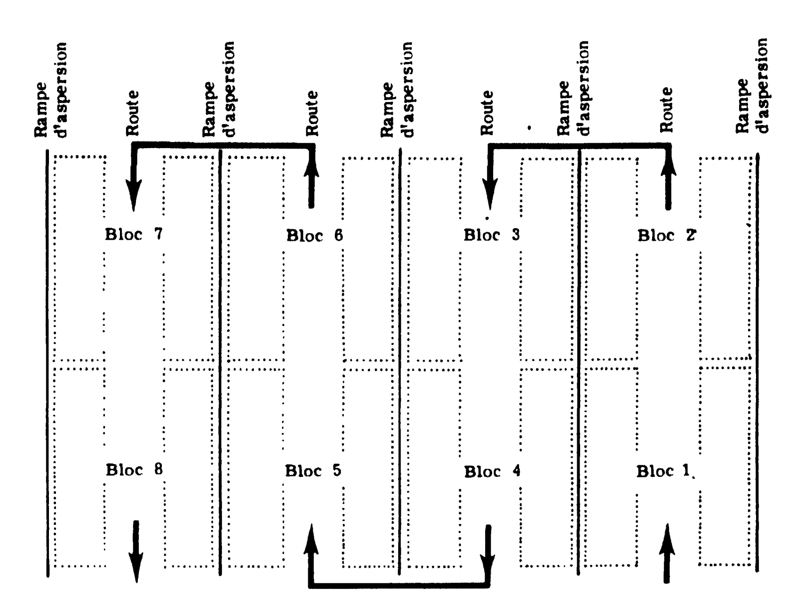


Figure 2 : PRINCIPE DU " PLAN D'EXÉCUTION " - MISHISHI

Le même système est employé à Mukutuma
et à Kufubu, avec un écartement légèrement
différent, du aux systèmes d'aspersion utilisés.
Voir figure 1

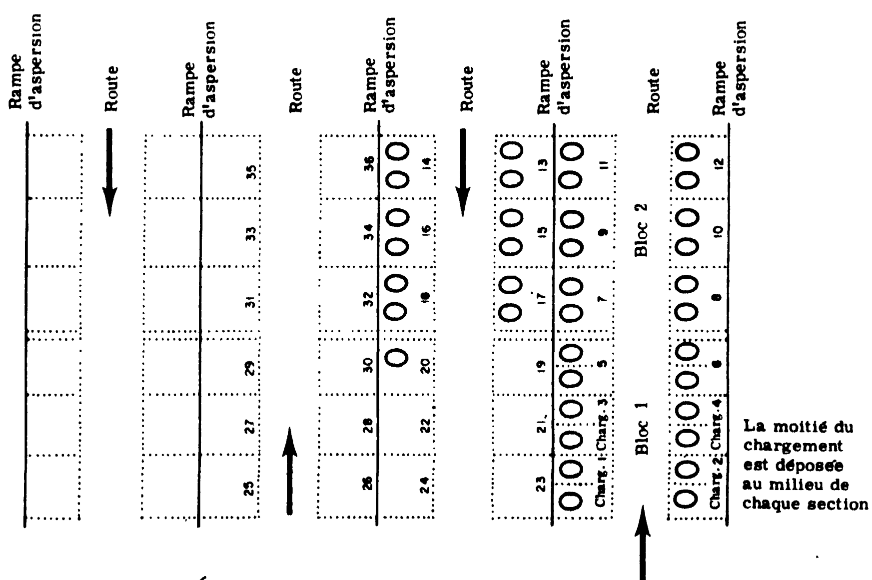


Figure 3 : DÉCHARGEMENT DU SOL - MISHISHI

MELANGE DES SOLS, UTILISATION DE RECIPIENTS ET AUTRES METHODES DE CULTURE

J.C. Delwaulle
Centre technique forestier tropical
Nogent-sur-Marne, France

TABLE DES MATIERES

EXPERIENCE FONDAMENTALE SUR LE MELANGE DES SOLS EN PEPINIERE

Dans les conditions particulièrement dures du Sahel, deux thèses sont souvent mises en avant :

a) Il y a lieu de soigner particulièrement les plants afin de leur donner une vigueur suffisante pour qu'ils puissent rapidement s'implanter lors de la première saison des pluies et ensuite résister mieux à la rude saison sèche.

b) Il y a lieu, au contraire, de mener la vie dure aux plants en pépinière afin d'une part, de les accoutumer aux conditions difficiles qui seront les leurs, de pouvoir effectuer, d'autre part, une sélection parmi les plants les plus résistants.

Pour résoudre ce problème, il a été effectué un essai à Niamey (Niger) en 1971 en comparant les traitements en pépinière suivants :

Sol :

S1 : terreau de compost
S2 : terre noire + sable
S3 : sable

Engrais :

E1 : 0 dose d'engrais
E2 : 2 g d'engrais par pot
E3 : 4 g d'engrais par pot

Arrosage :

A1 : arrosage limité
A2 : arrosage moyen
A3 : arrosage important

soit, par combinaisons, 27 traitements différents. L'espèce test choisie a été l'*Eucalyptus camaldulensis* 8298.

Les plants ont été mis en place sur le terrain en juillet 1971 selon le dispositif suivant : lattice cubique (3^3 traitements), 25 plants par placeau à 3 m x 3 m, trois répétitions.

Dès la première saison, on distinguait des différences importantes sur la croissance selon le type de sol (S1, S2 ou S3) et selon l'engrais (E3, E2 ou E1). Aucune différence nette ne se dégageait en ce qui concerne l'arrosage.

En conclusion, un bon traitement des plants en pépinière est souhaitable car il favorise le démarrage des plants sur le terrain et leur assure une meilleure croissance et un meilleur pourcentage de reprise.

Un essai de même nature, mais où les plants n'ont été suivis qu'au stade pépinière, a été entrepris en 1975 à Ouagadougou (Haute-Volta). L'espèce test était un *Eucalyptus camaldulensis* et l'essai portait sur sept traitements faisant intervenir, dans des proportions variables, des mélanges de sable, de terre, fumier et compost.

Traitements :

1.	1/4 fumier	1/4 sable	1/2 terre
2.	1/10 fumier	3/10 sable	6/10 terre
3.	1/4 compost	1/4 sable	1/2 terre
4.	1/10 compost	3/10 sable	6/10 terre
5.	-	1/2 sable	1/2 terre
6.	-	-	1 terre
7.	-	1 sable	-

Les résultats au 14 juillet 1975 étaient comme suit :

Traitement	% vivants	Hauteurs (m)	Haut. moy. (cm)
1	70	0,927	66,2
2	85	1,044	61,4
3	100	1,604	80,2
4	95	1,433	75,4
5	100	1,213	60,65
6	100	1,250	62,5
7	100	1,162	58,1

Les meilleurs résultats sont donnés par le mélange 1/4 compost, 1/4 sable, 1/2 terre et on constate un effet dépressif net du fumier, effet qu'il y a d'ailleurs lieu de discuter car il y a "fumier" et "fumier".

Mis à part le fait qu'il faut donner un bon traitement en pépinière aux plants, ces résultats n'en conservent pas moins un caractère local et il sera nécessaire de tester, en fonction de la localisation de la pépinière et des possibilités locales d'approvisionnement, le mélange le meilleur à adopter.

Les considérations sur les mélanges de sols développées dans "Méthodes de plantation forestière dans les savanes arides" (FAO, 1975) sont valables dans leurs grands principes : sol relativement léger, bonne cohésion, bonne rétention en eau, richesse en matières organiques et minérales. Le praticien forestier ne devra cependant jamais oublier qu'il ne s'agit là que de données générales et tout son art consistera à mettre au point, en fonction des éléments dont il dispose, le mélange localement le mieux approprié.

CHOIX ENTRE LA PRODUCTION EN PLANCHES ET LA PRODUCTION EN POTS

La production des plants utilisés traditionnellement en reboisement dans la zone sahélo-soudanaise : Neem (*Asadirachta indica*), Cassia (*Cassia siamea*), Gmelina (*Gmelina arborea*) est effectuée depuis toujours en planches. Cette méthode simple donnant satisfaction n'a pas donné lieu à expérimentation nouvelle. Il y a lieu de noter qu'une plantation en pots a de meilleures chances de reprise qu'une plantation racines nues et cela est d'autant plus vrai que les conditions sont plus difficiles. A titre d'exemple, voici les pourcentages de reprise du Neem six mois après la plantation dans un essai réalisé au Niger en 1972 (pluviométrie totale de l'année : 281 mm).

Type de plant	Date du semis	% de reprise
Pot	5/11/71	88
Pot	4/10/71	81
Pot	4/12/71	80
Pot	5/1/72	77
Planche	4/12/71	35
Pot	19/2/72	34
Planche	5/1/72	31
Planche	16/11/71	29
Planche	5/10/71	20
Planche	5/11/71	17

Ces résultats sont particulièrement nets. Ils ont été obtenus au cours d'une année très sèche. Dès que la pluviométrie est plus abondante les différences s'atténuent et, aux alentours d'une pluviométrie de l'ordre de 500 mm, il n'y a plus de différence nette de reprise entre plants en pots et plants racines nues (issus de planches). Sous l'isohyète 800 mm il est donc normal de prévoir les plantations de Neem, *Gmelina*, *Cassia*, *Dalbergia* en racines nues. Il n'est d'ailleurs pas impossible, nous pourrons en discuter, que nous soyons rapidement amenés à conseiller la plantation d'*Eucalyptus* en racines nues.

LES POTS

L'usage des pots plastiques est maintenant très répandu en Afrique sèche. Le manuel sur les méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines (FAO, 1975) développe largement ce point.

A notre sens, cependant, l'utilisation de petits pots, souvent préconisée, amène bien sûr un gain appréciable dans le transport mais aboutit à la production de plants mal venants et généralement trop petits. Les pots qui nous semblent recueillir le maximum d'avantages pour de nombreuses espèces ont les caractéristiques suivantes :

Hauteur : 20 à 25 cm
Diamètre : 10 cm
Epaisseur : 40 microns
Couleur : de préférence noire
Environ 10 trous, le plus haut à 13 cm de la soudure.

Il y a lieu d'insister particulièrement sur la nécessité de couper le fond de pot au moment de la plantation afin de faire disparaître la crosse de fond de pot et ce pour de nombreuses espèces. Les parois plastiques sont évidemment également ôtées mais il y a lieu de le redire car nous avons vu trop souvent des plantations mal effectuées, du fait d'une mauvaise méthode utilisée pour ôter le pot plastique.

AUTRES METHODES DE CULTURE

La production des plants en planches ayant fait l'objet d'une conférence antérieure, nous ne nous étendrons pas sur le sujet.

Le bouturage

Il nous faut cependant souligner les gros espoirs qui sont mis dans la production de clones d'*Eucalyptus* sélectionnés génétiquement et multipliés végétativement par bouturage sous mist. La République populaire du Congo a acquis en ce domaine une expérience importante et le programme de recherche devant déboucher (et a peut-être déjà débouché) sur des plantations industrielles de clones d'*Eucalyptus*.

Indépendamment du programme d'amélioration génétique qui échappe au domaine du présent exposé, la phase de multiplication passe par les stades suivants :

- choix d'arbres plus à l'intérieur d'espèces améliorées
- multiplication éventuelle par greffage
- coupe de l'arbre greffé ou de l'arbre plus qui rejette
- choix des boutures parmi les rejets (taille de la bouture, position le long du rameau)
- définition du sol convenant au bouturage (sol très filtrant, inerte: graviers)
- définition du mist
- traitement hormonal
- repiquage de la bouture
- réalisation éventuelle de parcs à clones pour le bouturage industriel ou pour d'autres études (hybridation contrôlée, etc...).

Notons au sujet du bouturage de l'*Eucalyptus* que les techniques mises au point au Congo ont un caractère assez local; elles ne conviennent pas en Tunisie, où d'autres techniques ont été mises au point, ou au Niger où le programme a été abandonné après quatre ans d'essais.

Le semis direct

Il nous faut également citer le reboisement effectué à partir du semis direct, mais dans la savane cette méthode est utile seulement dans des cas tout à fait particuliers (*Anarcadium*, *Acacia senegal*) ainsi que décrits par Laurie (FAO, 1975).

BIBLIOGRAPHIE

FAO 1975 — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines, par M.V. Laurie. Collection de la FAO : mise en valeur des forêts, n° 19, Rome.

METHODES CULTURALES DE PEPINIERE

J. K. Jackson
Mae Sa Integrated Watershed and Forest Land Use Project
Chiang Mai, Thaïlande

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

D'autres conférences portent sur les semis, les mélanges de sol, l'irrigation et la protection des sols. Le présent document traitera des ombrières, des abris, du désherbage, de l'habillage des racines, du classement et de l'emballage.

Les notes données ci-après concernent essentiellement les plants cultivés en pots de polyéthylène, pratique la plus usuelle dans les régions de savane.

OMBRIERES ET ABRIS

Les forestiers sont très partagés à propos de l'emploi des ombrières dans les pépinières d'arbres forestiers. En Malaisie, pour les planches de semis de pins, on utilise des ombrières épaisses faites de palmes et on maintient après le repiquage un ombrage léger durant trois semaines (Paul, 1972). Toutefois, en Thaïlande du Nord où le climat est plus rude qu'en Malaisie, les ombrières ne sont recommandées qu'après le repiquage et seulement pendant trois semaines en mars et avril - période la plus chaude de l'année (Granhof, 1974). A Samaru, Nigeria, on n'emploie généralement pas d'ombrière pour les jeunes semis bien qu'un certain nombre de plantules des rangées extérieures des blocs de pots meurent par excès de chaleur et qu'un essai ait démontré que l'on obtient une meilleure croissance en hauteur des semis de pins placés sous ombrage. Malheureusement, les performances n'ont jamais été vérifiées sur le terrain pour les plants placés ou non sous ombrière. L'ombrière est indispensable pour les semis faits dans des caissettes ou plateaux mais s'il faut vraiment un ombrage pour les plants repiqués ou semés directement dans des conteneurs, il devra être supprimé dans un intervalle de une à trois semaines après l'ensemencement ou le repiquage.

Les ombrières peuvent être faites en divers matériaux. Pour les semis sur plateaux, les constructions à toit en perplex ondulé translucide utilisées à Samaru*conviennent parfaitement mais sont onéreuses. En Malaisie, on emploie comme ombrière pour les plants repiqués un tissu spécial appelé "sarlon" qui laisse filtrer environ 50 pour cent de la lumière qu'il reçoit et que l'on place à environ 2 mètres du sol. On peut également obtenir ce type de tissu pour filtrer entre 30 et 95% de lumière. En Thaïlande, on utilise un tissu de coton blanc. Un ombrage partiel est souvent suffisant, ce qui peut être obtenu au moyen d'ombrières de lattes de bois, de bambous ou de tiges de maïs, qu'il est possible de lier ensemble avec du fil de fer ou de la corde de façon à les rouler en début de matinée et en fin d'après-midi et durant l'irrigation des plants par jets disposés en ligne ou par asperseurs.

Dans les régions exposées à des vents desséchants comme l'harmattan qui souffle au nord du Nigeria, il est recommandé d'entourer la pépinière d'un écran de nattes ou de tissu grossier. On obtiendra les mêmes résultats avec une haie ou un coupe-vent d'arbres très rapprochés. Non seulement, un tel abri limite l'action desséchante du vent mais il protège l'irrigation par jets qui est ainsi plus uniforme.

Les jeunes semis ont parfois besoin d'être protégés contre les averses violentes qui surviennent au début de la saison des pluies. On peut alors utiliser un tissu léger ou une toile de polyéthylène.

Des informations complémentaires sur les ombrières et les abris des pépinières peuvent être trouvées dans le livre de Laurie (1975).

DESHERBAGE

Le désherbage manuel demeure la méthode la plus suivie dans les pépinières des savanes africaines; en Zambie, on emploie cependant le désherbant "Gramaxone". Cette pratique pourrait donner lieu à une forte économie. (Voir Laurie, pages 134-135).

La fumigation du sol avant l'ensemencement peut réduire sensiblement le nombre de graines d'adventices présentes dans le sol; on trouvera une description détaillée de la méthode au bromure de méthyle à l'annexe 5 du document préparé par Laurie. On peut détruire au lance-flammes les mauvaises herbes des sentiers, etc.

HABILLAGE DES RACINES

Si les plants sont cultivés dans des conteneurs, les racines ont tendance à sortir des trous de drainage pour pénétrer dans le sol. L'habillage des racines prévient ce danger et, par conséquent, la formation d'une longue racine pivotante. La méthode la plus simple consiste à soulever les pots et à casser les racines; il est préférable de les couper avec un couteau tranchant. On peut aussi passer une corde à piano entre la base des pots et le sol. Laurie décrit d'autres méthodes d'habillage (pages 105 et 106) et, entre autres, celle par exposition à l'air où l'on surélève les plants provoquant ainsi la mort des racines qui émergent. On trouvera aux pages 100 et 101 du même document des méthodes d'habillage des racines de plants cultivés en caissettes et en planches avec cernage.

CLASSEMENT

Un mois environ avant la saison de plantation, il faudrait classer et disposer en groupes les plants de dimension plus ou moins égale et éliminer les rebuts, c'est-à-dire les plants trop rabougris, fourchus ou autrement anormaux. On peut aussi inclure dans cette catégorie les plants trop grands. Si la plantation doit durer 2 à 3 mois, il faut <u>d'abord</u> mettre en terre les plus grands plants puis successivement ceux qui atteignent la

*Nigeria

dimension voulue. Sinon, on peut essayer d'obtenir des plants plus uniformes en arrosant davantage les petits plants et moins les autres ou encore en donnant de l'engrais à ces premiers.

Attendre pour planter les plants plus petits qu'ils aient atteint une dimension suffisante présente un certain nombre de risques car ces plants peuvent être génétiquement inférieurs ou bien leur croissance en pépinière a été arrêtée à un point tel qu'elle sera ultérieurement très médiocre. Il est préférable d'échelonner les semis de façon à obtenir des plants de bonne dimension à la date de plantation prévue.

Les opinions divergent quant à la dimension optimale des plants et il semble que peu de travaux expérimentaux aient été consacrés à cette question. Laurie l'ébauche à la page 106 de son document. Il se peut qu'une gamme élargie de dimensions donne des résultats satisfaisants. Il est certain que des résultats excellents ont été obtenus en Thaïlande avec des plants de Pinus kesiya d'un an mesurant de 30 à 40 cm de hauteur alors que la dimension étalon se situe entre 15 et 20 cm. En Inde, on utilise parfois des plants d'eucalyptus dépassant un mètre de hauteur.

Les facteurs qui influencent la dimension optimale des plants sont entre autres la taille du récipient, la rigueur du climat et la concurrence exercée par les plantes herbacées et les adventices. Il faut aussi retenir que les plants plus grands entraînent des frais de transport plus lourds et risquent davantage d'être endommagés pendant le transfert.

EMBALLAGE ET TRANSPORT

L'emballage des semis élevés dans des conteneurs présente peu de problèmes. Les récipients sont simplement placés sur des plateaux et chargés sur le véhicule. On utilise parfois des plateaux en bois qui sont lourds de sorte qu'il est préférable d'utiliser des plateaux à mailles métalliques. On a mis au point en Thaïlande un simple plateau à mailles métalliques pouvant contenir 20 à 25 plants. Ces plateaux sont munis d'éparts permettant d'en porter 2 ou 3 superposés. Ce type de plateau a été conçu de façon telle à pouvoir être utilisé avec un châssis, ce qui permet à un ouvrier de porter sur le dos à la fois deux plateaux pleins. Cela est très important dans les pays montagneux où transporter les plants doit souvent être fait sur d'assez longues distances à dos d'homme.

Il importe de bien serrer les récipients pour les empêcher de bouger. Si les distances à parcourir sont grandes, il est parfois conseillable d'attacher les conteneurs avec une corde. Le véhicule de transport des plants devrait être équipé d'une bâche goudronnée et rouler à vitesse modérée.

Il faudrait enrober de boue les racines des plants à système radiculaire nu et faire des paquets d'une cinquantaine de plants que l'on met dans un grand sac de polyéthylène.

Les stumps de teck sont très faciles à transporter. Il ressort d'essais effectués en Thaïlande que des plants à rejets d'environ 2 cm sur la tige et de 15 cm sur la racine et sans racines latérales, peuvent être stockés pendant plusieurs mois sans perdre leur viabilité dans des caissettes ou tranchées remplies de sable sec. On peut ainsi préparer en mars ou avril les stumps qui seront plantés en juin.

BIBLIOGRAPHIE

Granhof, J.J.
1974
Nursery technique as practised in the Pine project. Thai/Danish Pine Project, 1969-1974, Bangkok.

Laurie, M.V.
1975
Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines. Collection FAO: mise en valeur des forêts - No 19, Rome.

Paul, D.K.
1972
A Handbook of nursery practices for *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and other conifers in West Malaysia. UNDP/FAO FO: SF/MAL 12, Working Paper No. 19, Kuala Lumpur.

LE ROLE DES MYCORHIZES DANS LES BOISEMENTS - L'EXPERIENCE NIGERIANE 1/

Z.O. Momoh
Federal Ministry of Industries
Lagos, Nigeria

M.A. Odeyinde
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria

R.A. Gbadegesin
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

Les nombreuses études effectuées dans différentes parties du monde montrent que les pins exotiques ne prennent généralement pas s'ils ne sont pas inoculés à l'aide de mycorhizes d'importation appropriés (Mikola 1973). La constatation est aussi valable pour le Nigeria, où il a été prouvé que des plantations de pins ne peuvent être établies sans infection préalable des plants avec des mycorhizes.

Selon Redhead (1974), le premier essai d'introduction du pin au Nigeria remonte à 1925, quand Pinus longifolia Roxb., en provenance de l'Inde, a été introduit dans ce pays.

Cet essai, comme beaucoup d'autres au cours des dix années suivantes, ont avorté, faute apparemment de mycorhizes. D'après Madu (1967), P. halepensis Mill. et le P. canariensis Smith ont fait l'objet d'essais dans la pépinière de Naraguta (Jos), en 1950, et l'on a semé P. oocarpa en pépinière en 1951. En 1952, on les a contaminés avec la terre prélevée dans des peuplements de pins à Oxford, et transportée au Nigeria par

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane

avion. Ces plants transplantés à Vom, en 1954, ne portaient aucune visible contamination par mycorhizes. En 1954, des graines de P. patula Schiede et Deppe et de P. radiata D. Don provenant d'Afrique du Sud ont aussi été semées et contaminées avec de la terre prélevée dans un peuplement de P. patula à Bamenda, Cameroun. Ces plants, également transplantés à Vom, en 1954, ont été les premiers pins à prendre au Nigéria.

Redhead (1974), citant d'autres études non publiées, relate que de la terre et du matériel radiculaire fin ont été apportés en 1959 de Ndola Hill, en Zambie, pour contaminer P. insularis et P. khasya. Ceux-ci ainsi que d'autres plants d'un an de P. caribaea, P. patula et P. radiata, précédemment contaminés avec de la terre à mycorhizes et du matériel radiculaire provenant de Vom et de Naraguta, ont été transplantés à Miango, en 1961.

Depuis l'établissement de parcelles à Miango, c'est de là qu'on tire normalement la terre contaminée pour contaminer les pins destinés à l'établissement des plantations dans d'autres parties du Nigeria. Bien que l'on ne sache pas exactement laquelle de ces sources originelles d'inoculum a réussi, il est probable que c'est ou celle de Zambie, ou celle du Cameroun, voire les deux.

Les premières tentatives d'étude des mycorhizes, au Nigeria, sont dues à Olatoye (1966) qui a formulé quelques observations générales sur les mycorhizes des pins à Ibadan. Il a constaté aussi que la terre servant d'inoculum prélevée sous les pins de Vom, Naraguta et Bamenda convient à la contamination. Mikola (1968) s'est rendu au Nigeria, entre autres pays, pour étudier le rôle des mycorhizes dans les boisements. Il a avancé un certain nombre de recommandations précieuses pour les travaux futurs. Momoh (1970), pour sa part, a noté que la température et l'aération jouaient probablement un rôle vital dans le développement des mycorhizes. Plus tard, il élabora une mycorhisation de Pinus oocarpa en utilisant des cultures pures de Rhizopogon luteolus. Les plants élevés de cette manière prennent bien en place (Momoh 1975).

Redhead (1974) s'est livré à diverses études sur les mycorhizes au Nigeria, ainsi que sur certaines associations ectotrophes. Ekwebelam (1973), tout comme Odeyinde et Ekwebelam (1974) ont également tenté d'étudier les mycorhizes au Nigeria. Ils partaient de cultures pures de mycorhizes formant des champignons avec plus ou moins de succès. Ils ont trouvé que la Genoriz (mélange de différentes espèces de Boletus) et le Coenococcum graniforme favorisaient davantage la croissance de P. caribaea que les autres champignons.

En dépit de toutes ces études, l'éducation des pins au Nigeria continue de se faire normalement avec de la terre contaminée prélevée dans les plantations de bonne venue.

SUCCES ET ECHECS

La méthode courante, c'est-à-dire le recours à un inoculum à partir de terre prélevée dans des plantations anciennes de pins pour contaminer les plants, a donné d'assez bons résultats dans le pays. C'est ainsi que des pins ont bien pris sur les plateaux de Jos (altitude 1 200 mètres), de Mambila (altitude moyenne d'environ 1 600 mètres) et d'Obudu Cattle ranch (environ 1 600-1 700 mètres), et ont aussi raisonnablement réussi à de plus basses altitudes comme à Afaka (600 m) et à Ibadan (180 m environ). Ibadan n'est privé de pluies que pendant quatre mois alors qu'ailleurs, sur le plateau de Jos ou à Afaka, la période de sécheresse peut durer de quatre à six mois.

Presque partout, ce sont Pinus caribaea et P. oocarpa qui prennent le mieux.

Dans certains endroits, comme à Bida et à Mokwa (altitude de 140 à 160 m et environ 4 à 5 mois de sécheresse), les pins n'ont pratiquement jamais réussi à se développer même après inoculation efficace des plants en pépinière à l'aide de mycorhizes. On s'en explique mal encore la raison, mais on soupçonne que certains facteurs du sol, et plus particulièrement sa température, y sont pour beaucoup.

Les sporocarpes de Rhizopogon luteolus ont été observés dans quelques plantations du pays (au-dessus de 300 mètres). Les études de laboratoire effectuées sur cultures de ces sporocarpes ont montré sur l'agar de Hagem que la température optimale de croissance de ce champignon est de 23°C. En culture, ce champignon ne peut se développer à des températures supérieures à 34°C (Momoh,1970). On sait par ailleurs que la température du sol près de la surface peut atteindre et parfois dépasser 34°C. Lorsque, en saison sèche, la température du sol reste longtemps élevée, il se peut qu'elle cause la mort des mycorhizes et, partant, celle des pins.

Dans les pépinières de régions arides, comme à Samaru et à Zaria, il n'est pas rare de voir des mycorhizes mortes et inactives sur la face côté soleil des sacs de polyéthylène (à la périphérie d'un lot de sacs) alors que les mycorhizes restent actives sur le côté opposé du même sac.

PERSPECTIVES OFFERTES PAR PISOLITHUS TINCTORIUS

Redhead est le premier à avoir importé au Nigeria le Pisolithus tinctorius (Pers.) Coker et Couch. Après avoir obtenu ses cultures de M. Zak, dans l'état d'Oregon (E.U.) il tenta, à l'aide de ces dernières et d'autres cultures pures de mycorhizes, d'inoculer des plants de cette essence, mais sans succès. Il constate (Redhead, 1974) dans son rapport qu'aucun des pins en question ne donne quelque signe que ce soit de développement de mycorhizes au bout de 4 mois. Redhead fournit, toutefois, quelques cultures à Ekwebelam qui, lui, parvient à réussir quelques inoculations (Ekwebelam, 1973).

Ekwebelam ayant cependant utilisé de nombreux champignons en étroit rapprochement, rien ne prouvait que les réussites enregistrées avec quelques-unes des cultures n'était pas dues à la contamination par d'autres.

On sait néanmoins que P. tinctorius est une très bonne souche de mycorhizes dans certaines régions chaudes des E.U., particulièrement en Géorgie. Aussi a-t-on importé des cultures et des sporocarpes de ce champignon au Nigeria pour faire de nouveaux essais dans les zones où d'autres champignons, comme le Rhizopogon luteolus, avaient résisté à la contamination par le sol. Momoh et Gbadegesin (1975) décrivent l'introduction de ce champignon, ainsi que les premières expériences fructueuses faites avec ce dernier. Des plants contaminés de Pinus oocarpa, transplantés à Miango, à Afaka, à Mokwa, à Bida et à Ejidogari continuent à ce jour de prospérer. A l'heure actuelle, ce champignon sert aussi à inoculer P. caribaea aux fins d'essais analogues à plus grande échelle. On espère pouvoir mettre un jour des "réserves de mycorhizes" de P. tinctorius à la disposition de tous les planteurs de pins du pays.

Il est clair que le P. tinctorius a un grand avenir au Nigeria. En culture, sa température de croissance optimale se situe à 30°C et il continue de se développer à 42°C, ce que d'autres champignons mycorhizes, connus au Nigeria, ne peuvent faire. C'est ainsi que R. luteolus, par exemple, a son optimum à 23°C et meurt à 34°C. Les plants contaminés par P. tinctorius poussent beaucoup plus vite que ceux inoculés à l'aide d'autres champignons mycorhizes expérimentés à Samaru. Le champignon formant aussi très rapidement des sporocarpes (Momoh et Gbadegesin, 1975), on peut obtenir ainsi d'importantes quantités de formes pures d'inoculum moyennant contamination par les spores.

DIRECTION FUTURE DE LA RECHERCHE

Au cours de ses recherches, Redhead (1968 a) et b)) a découvert que certaines espèces forestières indigènes du Nigeria ont des mycorhizes ectotrophes semblables à celles trouvées chez les pins. Il s'agit de Afzelia bella, A. africana, Brachystegia eurycoma et Uapaca togoensis. Il se pourrait donc qu'il existe à l'état naturel au Nigeria des champignons capables de former des mycorhizes avec les pins. De nouvelles recherches en ce sens sont souhaitables. Si l'on trouvait dans les zones de savane naturelle des

champignons mycorhizes qui conviennent aux pins, les problèmes de contamination de ces derniers pourraient bien prendre une autre tournure.

L'actuel succès de Pisolithus tinctorius sera énergiquement exploité. Ce champignon sera plus largement introduit dans différentes zones afin d'en mettre l'inoculum à la disposition de tous les planteurs du Nigeria et d'ailleurs. Les plants de pins déjà contaminés par P. tinctorius et transplantés seront contrôlés de temps à autre et l'on organisera davantage d'essais sur le terrain.

METHODES DE COLLECTE ET DE CONTAMINATION

A l'intention des planteurs de pins, nous énoncerons maintenant quelques directives générales sur la collecte des mycorhizes, leur inoculation. On trouvera de plus amples renseignements dans des publications antérieures (Momoh, 1970 et Momoh, 1974).

La plupart des forestiers prélèvent d'ordinaire leur inoculum sous des peuplements de pins déjà anciens, méthode des plus pratiques. Toutefois, dans les régions à saison sèche prononcée, comme c'est habituellement le cas dans les zones de savane, il arrive que les mycorhizes du sol soient, toute l'année, inactives, notamment à basse altitude. La période d'inactivité se situe en saison sèche, celle-ci correspondant aussi à la période habituelle de culture en pépinière. Il faut donc examiner attentivement le lieu de collecte pour s'assurer que les mycorhizes prélevées pour la contamination en pépinière y sont bien dans leur phase d'activité.

La terre à mycorhizes doit être utilisée aussitôt que possible après son prélèvement, de manière que l'inoculum n'ait pas le temps de se dessécher. La contamination peut se faire en mélangeant la terre à mycorhizes et le mélange à semer ou en mettant une pincée d'inoculum à proximité des racines des plants.

Une température excessive risquant à beaucoup de champignons mycorhizes, un ombrage léger peut être nécessaire dans les régions particulièrement chaudes. A ne pas oublier toutefois que, sous un ombrage excessif, les jeunes plants peuvent s'étioler.

Sur le plan technique, des cultures pures d'inoculum sont idéales. Elles sont toutefois laborieuses et restent normalement au niveau de la recherche scientifique. On peut néanmoins s'en servir pour constituer des réserves de champignons sélectionnés, susceptibles d'être utilisés en mycorhisation.

CONCLUSION

Après quelques échecs initiaux, les pins ont été introduits avec succès au Nigeria, en 1954, après contamination indispensable par mycorhizes. Il existe désormais quelques peuplements prometteurs de pins, notamment de P. caribaea et de P. oocarpa, dans différentes régions du Nigeria. Le Pisolithus tinctorius apparaît comme un champignon d'avenir pour les zones où le développement des pins est encore difficile, en raison des échecs de la mycorhisation.

Il est conseillé à tous les planteurs de pins en zone de savane tropicale de veiller à ce que leurs plants soient convenablement contaminés par des mycorhizes appropriées, avant la mise en place définitive.

BIBLIOGRAPHIE

Ekwebelam, S.A. 1973 — Studies on pine mycorrhizae at Ibadan. Fed. Dept. For. Res. Research Paper (Forest Series) No. 18: 10 pp.

Madu, M. 1967 — The biology of ectotrophic mycorrhiza with reference to the growth of pines in Nigeria. Obeche Journal of Tree Club, University of Ibadan 3. 9-18.

Mikola, P. 1968 — The importance and technique of mycorrhizal inoculation at the afforestation of treeless areas. Final report of a study conducted under an FAO André Mayer Fellowship. Dept. of Silviculture, University of Helsinki: 111 pages.

Mikola, P. 1973 — Application of mycorrhizal symbiosis in Forestry Practice. Ectomycorrhizae. Academic Press. Inc. N.Y. and Lond. 383-411.

Momoh, Z.O. 1970 — The problem of mycorrhizal establishment in the Savanna zone of Nigeria. In: The development of forest resources in the economic advancement of Nigeria. Edited by C.F.A. Onochie and S.K. Adeyoju. Proc. Inaug. Conf. Forestry Association of Nigeria 1970. 408-415. Published 1972.

Momoh, Z.O. 1974 — The importance of mycorrhizae in pine plantations in Nigeria. Paper presented at Annual Conference of Forestry Association of Nigeria Jos, 1974.

Momoh, Z.O. 1975 — Synthesis of mycorrhiza of Pinus oocarpa Schiede. Annals of Applied Biology vol. 82 (In press).

Momoh, Z.O. et Gbadegesin, R.A. 1975 — Preliminary studies with Pisolithus tinctorius as a mycorrhizal fungus of pines in Nigeria. Fed. Dept. For. Res. Research Paper (Savanna Series) No. 37.

Odeyinde, M.A. et Ekwebelam, S.A. 1974 — In search of a suitable fungus for pine mycorrhization in Southern Nigeria. Paper presented at Annual Conference of Forestry Association of Nigeria, Jos 1974.

Olatoye, S.T. 1966 — A report on mycorrhizal investigations (Investigation 317). Dept. For. Res. Tech. Note No. 33 : 11 pages.

Redhead, J.F. 1968a — Mycorrhizal association in some Nigerian forest trees. Trans. Brit. Mycol. Soc. 51: 377-387.

Redhead, J.F. 1968b — Inocybe sp. associated with ectotrophic mycorrhiza on Afzelia bella in Nigeria. Comm. For. Rev. 47: 63-65.

Redhead, J.F. 1974 — Aspects of the biology of mycorrhizal associations occurring on the trees species in Nigeria. A thesis in the Dept. of Agric. Biology in partial fulfilment of the requirements for the degree of Philosophy, University of Ibadan.

RESULTATS DE LA RECHERCHE SUR LES METHODES DE PEPINIERE 1/

J.K. Jackson
Mae Sa Integrated Watershed and Forest Land Use Project
Chiang Mai, Thaïlande

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

La présente communication traitera principalement des résultats d'expériences sur les méthodes de pépinière, conduites au Centre de recherche sur la foresterie de savane de Samaru (Nigeria). La recherche sur les méthodes de pépinière constituait un élément relativement restreint du programme, car des techniques d'éducation satisfaisantes avaient été trouvées pour la plupart des espèces importantes avant la création du centre. Citons, entre autres, l'éducation des plants dans des sacs de polyéthylène, l'incorporation de dieldrine pulvérulente dans les mélanges de terre pour les pots afin de protéger les eucalyptus des attaques des termites et la technique consistant à faire prégermer les semences, notamment celles de pin, dans un mélange de sable et de vermiculite. Il serait néanmoins souhaitable d'entreprendre davantage de recherches sur les méthodes de pépinière. Si les méthodes utilisées permettent l'obtention de plants satisfaisants pour la plantation, il ne fait pas de doute que l'on pourrait en trouver encore de meilleures et moins onéreuses.

Les principales expériences entreprises portaient sur la dimension des récipients, les mélanges de terre pour les pots et les effets de l'ombrage et de diverses méthodes d'inoculation mycorhizienne.

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane.

DIMENSION DES RECIPIENTS

Le sac standard de polyéthylène utilisé dans le nord du Nigeria a, lorsqu'il est plein, une profondeur de 25 cm et une circonférence égale et pèse environ 1 800 g. L'utilisation de plus petits sacs permet de toute évidence de réaliser des économies considérables sur la quantité de terre à transporter dans la pépinière, sur l'espace nécessaire dans celle-ci, sur le transport des plants par la route et sur leur manutention en milieu naturel. On a donc entrepris un certain nombre d'expériences pour comparer la survie et la croissance sur le terrain de plants élevés dans des récipients de différents formats. Les résultats sont donnés dans le tableau 1. Les taux de survie et de croissance en hauteur ont été notés neuf mois après la plantation.

Dans les essais portant sur des eucalyptus, l'utilisation de sacs de moindre format n'a eu qu'une faible incidence sur le taux de survie, mais elle a déterminé un certain ralentissement de la croissance en hauteur, qui pourrait éventuellement être toléré. Dans les essais effectués avec des pins, l'emploi du plus petit format s'est traduit par une diminution des taux de survie et de croissance, mais on n'a pas observé de différences notables entre les plants élevés dans les sacs des deux autres formats.

Ainsi donc, dans les conditions d'Afaka, on obtient de bons résultats pour les pins avec les sacs de 15 cm x 25 cm, mais non pas avec les plus petits. On arrivera à économiser ainsi environ 40 pour cent sur le poids. Les sacs de format minimal permettraient une économie beaucoup plus importante puisque leur poids n'atteint que 22 pour cent de celui des plus grands. De fait, on les utilise en Zambie, mais les conditions n'y sont pas aussi rigoureuses qu'au Nigeria. Dans plusieurs autres types de conditions autres que celles rencontrées à Afaka, l'emploi de sacs plus grands pourrait être désirable.

MELANGES DE TERRE POUR LES POTS

Différentes combinaisons de mélanges de terre pour les pots et d'engrais ont été expérimentés pour Eucalyptus camaldulensis, E. grandis hybride et Pinus caribaea. On trouvera un compte rendu complet dans Jackson et coll. (1971). Certains des résultats essentiels sont indiqués ci-dessous.

Pour les eucalyptus, trois milieux d'enracinement ont été essayés : sable de rivière, sable mélangé avec du fumier de vache décomposé et sable mélangé avec du sol forestier limoneux provenant de la forêt de Mairoba près de Zaria; dans les deux derniers cas, la proportion était de trois parties de sable pour deux parties de l'autre constituant. Pour les deux espèces, la meilleure germination a été obtenue dans le mélange de sable et de fumier de vache; selon certains indices cependant, l'utilisation de fumier de vache accroîtrait le taux de mortalité des plants d'E. grandis hybride, bien que pas suffisamment pour contrebalancer l'effet d'une meilleure germination. La germination de E. camaldulensis n'a guère été différente dans le sable et dans les mélanges de sable et de sol, mais celle de E. grandis s'est révélée légèrement meilleure dans le sable.

Par la suite, c'est dans le mélange de sable et de fumier de vache que l'on a obtenu la meilleure croissance en hauteur des deux espèces, et la plus mauvaise dans le sable seul. La croissance dans le sable a de fait été extrêmement médiocre, sauf dans le cas où l'on a ajouté aux mélanges de terre pour les pots non seulement du phosphate mais aussi un minimum de 0,9 g d'azote par plant.

L'effet du phosphate n'a été étudié que dans une seule expérience. A raison de 3 kg de superphosphate par mètre cube de mélange, ou 0,3 g de phosphore par plant, on a pu doubler et jusqu'à quadrupler la croissance en hauteur des plants, selon les autres éléments fertilisants présents. Dans d'autres expériences, l'adjonction de cette quantité de superphosphate est entrée dans la procédure standard.

On a également observé une réponse très prononcée à l'azote, que ce soit sous la forme d'urée ou de flocons de sabot et de corne. Avec une dose de 0,3 g de phosphate par plant, chaque gramme d'azote ajouté en supplément a déterminé une augmentation de la croissance en hauteur de plants de E. camaldulensis qui était de 17,8 cm à l'âge de 96 jours.

La croissance la plus rapide des plants d'eucalyptus a été obtenue avec un mélange composé de deux parties de fumier de vache décomposé et trois parties de sable, auquel on a ajouté du superphosphate à raison de 3 kg/m^3 et de l'engrais à une dose équivalant à 700 g d'azote par m^3. Cependant, au bout de 90 jours, les plants ainsi obtenus avaient 50 cm de haut, taille probablement supérieure à l'optimum pour la plantation. De fait, si l'on incorpore du fumier de vache dans le mélange de terre pour les pots, on peut obtenir une croissance satisfaisante des plants sans ajouter encore de l'engrais azoté. Dans le mélange de sol et de sable utilisé, un complément équivalant à environ 500 g d'azote par m^3 serait nécessaire. Le sable seul a généralement donné des résultats médiocres, même avec adjonction d'engrais.

Pinus caribaea diffère considérablement des eucalyptus dans ses réponses, notamment à l'azote. Deux expériences ont été faites. Dans la première, on a comparé différents mélanges de sable et de sol superficiel dans les proportions de 5:0, 4:1, 3:2 et 2:3 respectivement, auxquels on a ajouté de l'urée à la dose de 0,1 et 2 kg/m^3 et du superphosphate à celle de 0,11 et 2 kg/m^3. Le sol superficiel utilisé avait la composition suivante : argile 16 pour cent, azote 1,16 pour cent et phosphore 75 ppm. La meilleure survie a été obtenue dans les mélanges 4:1 et 3:2, mais la hauteur moyenne des sujets qui ont survécu a été sensiblement la même avec tous, sauf le sable non mélangé de sol superficiel où elle a été nettement inférieure. L'adjonction de 2 kg d'urée par m^3 a déterminé un accroissement notable de la mortalité, qui est passé en moyenne de 14 pour cent à 32 pour cent, mais la légère augmentation obtenue avec 1 kg/m^3 n'était pas statistiquement significative. L'urée a eu des effets négligeables sur la croissance en hauteur des plants. Quant au superphosphate, il a déterminé un accroissement de 10,2 à 17,7 cm de la hauteur moyenne de plants âgés de 6 mois, sauf dans le sable pur où les effets ont été négligeables : 1 kg de superphosphate par m^3 donne les mêmes résultats que 2 kg. Le superphosphate a, sauf dans le sable, fait passer de 33 à 36 pour cent le pourcentage de plants présentant des mycorhizes visibles à l'oeil nu. Dans les mélanges sable-sol 4:1 et 3:2, il y a également eu une meilleure production de mycorhizes que dans le sable pur ou le mélange 3:2. En l'absence de toute adjonction de phosphate, plus de 60 pour cent des plants étaient rabougris, avec des aiguilles jaunâtres et, même avec adjonction de phosphate, 35 pour cent des plants cultivés dans du sable pur étaient de ce type. Dans les autres mélanges, le nombre de ces plants rabougris était négligeable.

Dans la seconde expérience, on a comparé les effets de l'utilisation de sols superficiels (comme ci-dessus), de compost et de fumier de vache dans les mélanges de terre pour les pots, à raison de 3 parties de sable pour 2 parties de l'autre constituant, avec également adjonction d'urée à raison de 0, 0,25, 0,5 et 0,75 kg/m^3. Dans toute cette expérience, on a utilisé 1 kg de superphosphate par m^3 de mélange. Le seul effet important a été que l'emploi de fumier de vache accroissait le taux de mortalité des plants et déterminait une réduction de la croissance en hauteur et du nombre de plants avec mycorhizes. L'urée a eu des effets négligeables à toutes les doses expérimentées.

Ainsi donc, les pins ont grandement bénéficié du phosphate, mais la dose de 1 kg/m^3 a été suffisante. L'adjonction d'azote (du moins sous la forme d'urée) a eu des effets négligeables à des doses inférieures et s'est révélée préjudiciable à de plus fortes doses. Le fumier de vache contenait également quelque substance nocive pour les pins.

Les effets préjudiciables de l'urée sur les pins ont également été observés dans des expériences en plantation où il y a eu une forte augmentation de la mortalité. Ainsi donc, un mélange approprié pour les pins se composerait de sable et de sol superficiel, dans les proportions de 4:1 ou 3:2, et comme il est plus facile de se procurer du sable que du

sol forestier superficiel, les premières proportions seraient préférables. Il conviendrait d'ajouter 1 kg de superphosphate (ou son équivalent en phosphore) par m^3 de mélange, mais aucun engrais azoté n'est nécessaire ni souhaitable.

OMBRAGE ET INOCULATION MYCORHIZIENNE

A Samaru, on a en général observé qu'il est possible d'élever des plants de pépinière satisfaisants sans ombrage artificiel, bien qu'il y ait eu une certaine mortalité des plants situés le plus à l'extérieur d'un bloc, causée par l'ensoleillement et le réchauffement des sacs de polyéthylène noir. On a néanmoins conçu une expérience visant à comparer l'effet de l'ombre et de différentes méthodes d'inoculation mycorhizienne sur des semis de Pinus oocarpa en 1970.

On a employé comme ombrières des tiges de sorgho (Sorghum) attachées et enroulées de deux manières : d'une part, en rapprochant les tiges autant que possible et, de l'autre, en les séparant pour donner un demi-ombrage. Aucun ombrage n'a été assuré dans le troisième mode de traitement. Huit mois et demi après le repiquage, le pourcentage de survie était de 80 sous ombrage complet, de 82 sous demi-ombrage et de 71 pour les plants non protégés. Les différences n'ont pas été statistiquement significatives mais l'épreuve, fondée sur seulement quatre degrés de liberté, n'était pas très sensible. Les hauteurs moyennes des plants survivants du même âge ont été respectivement de 24,1, 24,0 et 16,1 cm, ce qui montre les effets hautement significatifs de l'ombrage.

L'inoculation mycorhizienne a été effectuée selon les méthodes suivantes : utilisation de racines et de sols provenant de sacs contenant des plants de pins âgés de 1 an, broyés en tous petits fragments et qui ont été ajoutés au mélange de terre pour les pots, soit deux mois avant le moment du repiquage des plants, soit immédiatement avant, soit 45 jours après (3 traitements); utilisation de sol superficiel d'une plantation de Pinus caribaea soit immédiatement avant le repiquage soit 45 jours après (deux traitements); enfin, pas d'inoculation. La meilleure croissance en hauteur a été obtenue en utilisant du sol forestier superficiel soit avant le repiquage, soit 45 jours après, mais le développement des champignons mycorhiziens a été légèrement meilleur quand le sol superficiel a été ajouté avant le repiquage. Il est aussi beaucoup plus simple de mélanger le sol superficiel avec le mélange de terre pour les pots que de l'appliquer aux différents plants contenus dans les sacs, si bien que cette méthode serait préférable du point de vue économique.

CONCLUSIONS

Il est évident que les recherches décrites touchaient à quelques aspects seulement de la culture en pépinières, et même dans le domaine qui a été le plus étudié, à savoir les mélanges de terre pour les pots, il y aurait encore beaucoup plus à faire, et en particulier trouver le mélange satisfaisant le moins onéreux. Celui-ci pourrait être différent suivant la localisation géographique. Comme autres facteurs importants et jusqu'à présent peu étudiés, citons : les régimes d'arrosage; l'utilisation de fumigants pour l'assainissement du sol, destinés à la lutte contre les champignons et les mauvaises herbes, et celle d'herbicides pour détruire ces dernières; enfin, la taille optimale des plants destinés à la plantation en rapport avec le format du sac, déterminée d'après les résultats obtenus dans les plantations. Autre aspect du travail de pépinière qui mériterait d'être étudié : comment organiser et gérer les pépinières en sorte que les plants puissent être produits aussi économiquement que possible ?

BIBLIOGRAPHIE

Iyamabo, D.E. 1967 — Practice and research in tropical nursery techniques. Colloque international FAO sur les peuplements forestiers artificiels et leur importance industrielle, Canberra. 1: 249-264. Rome.

Jackson, J.K., Brandes, H.W. et Ojo, G.O.A. 1971 — Experiments on nursery potting mixtures. Savanna For. Res. Stn., Samaru, Res. Paper No. 7.

Laurie, M.V. 1974 — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines. Collection FAO : Mise en valeur des forêts No. 19, Rome. pp. 95-107.

Ojo, G.O.A. et Jackson, J.K. 1973 — The use of fertilizers in forestry in drier tropics. Symposium international FAO/IUFRO sur l'utilisation des engrais en forêt, Paris, 1973.

Tableau 1 - Croissance en plantation de plants élevés dans des sacs de différents formats
Afaka, Nigeria

Espèce	Année	Dimension des sacs, cm 25 x 25 Survie pour cent	25 x 25 Hauteur moyenne cm	15 x 25 Survie pour cent	15 x 25 Hauteur moyenne cm	15 x 16 Survie pour cent	15 x 16 Hauteur moyenne cm	Plus petite différence significative Hauteur moyenne cm
Eucalyptus camaldulensis	1966	94	220	96	208	91	202	± 10.1
E. camaldulensis	1967	100	203	100	176	97	145	± 14.8
Pinus caribaea	1971	91	42	86	39	75	30	± 6.4
P. oocarpa	1971	85	47	86	49	78	42	± 6.7

Pour la taille des sacs, le premier chiffre représente la profondeur et le second, la circonférence.

Tableau 2 - Effets mélanges de terre pour les pots et des engrais sur la croissance des plants d'Eucalyptus camaldulensis

Mélanges de terre pour les pots	Engrais ajouté g/m³	Eléments nutritifs par plant, g		Age au moment de mesure, (jours)	Hauteur moyenne cm
		N	P		
Sable	Néant	0	0	96	5.1
Sable	Urée 1,3	0.7	0	96	3.8
Sable	Super 2.9	0	0.3	90	3.2
Sable	Super 3.0	0	0.3	96	15.5
Sable	FSC 1.3, Super 2.9	0.2	0.3	90	1.8
Sable	Urée 1.3,Super 2.9	0.7	0.3	90	6.0
Sable	Urée 1.3,Super 3.0	0.7	0.3	96	15.0
Sable	Urée 1.3,FSC 1.3,Super 2.9	0.9	0.3	90	15.5
Sable: Sol 3.2	Super 2.9	0.7	0.3	90	10.1
Sable: Sol 3.2	FSC 1.3, Super 2.9	0.9	0.3	90	33.4
Sable: Sol 3.2	Urée 1.3,Super 2.9	1.4	0.3	90	22.4
Sable: Sol 3.2	Urée 1.3,FSC 1.3,Super 2.9	1.6	0.3	90	35.9
Sable: Fumier de vache3.2	Super 2.9	2.1	0.4	90	37.3
Sable: Fumier de vache3.2	FSC 1.3, Super 2.9	2.3	0.4	90	37.8
Sable: Fumier de vache3.2	Urée 1.3,Super 2.9	2.8	0.4	90	37.0
Sable: Fumier de vache3.2	FSC 1.3,Urée 1.3,Super 2.9	3.0	0.4	90	48.0
Sable: Fumier de vache4.3	Nil	4.5	0.25	96	23.1
Sable: Fumier de vache4.3	Urée 1.3	5.2	0.25	96	31.5
Sable: Fumier de vache4.3	Super 3.0	4.5	0.55	96	50.3
Sable: Fumier de vache4.3	Urée 1.3,Super 3.0	5.3	0.55	96	80.3

Résultats combinés de deux expériences. Flocons de sabot et de corne (FSC), superphosphate simple

CHOIX DES SOLS ET DES SITES

par
A.V. Barrera
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

Le boisement en Afrique de l'Ouest se heurte à deux grands problèmes qui tiennent 1) au sol et 2) au climat. La présente communication ne traitera que du sol mais le climat, qui lui est associé de façon complexe, sera étudié dans la mesure où il influe sur le sol.

Le sol conditionne la croissance des arbres qui ne peuvent pousser convenablement quand il n'est pas dans l'état voulu. Les sept facteurs pédologiques principaux qui agissent sur le développement des systèmes radiculaires des arbres sont: 1) profondeur, 2) texture, 3) structure et consistance, 4) humidité, 5) aération, 6) fertilité et 7) substances toxiques. Un sol idéal pour un bon développement des racines devrait donc remplir les conditions suivantes:

1) profondeur suffisante pour que les arbres puissent s'y ancrer et l'eau s'emmagasiner en quantité adéquate;

2) et 3) les texture, structure et consistance des sols sont favorables lorsque les racines qui pénètrent dans le sol peuvent y absorber l'eau, les substances nutritives et l'air dont elles ont besoin;

4) disponibilités hydriques assurées tout au long de l'année;

5) bonne aération. L'aération est liée à la texture, la structure et la consistance du sol ainsi qu'à la profondeur de la nappe phréatique. Une bonne aération du sol est importante pour le métabolisme des plants et aussi pour empêcher la formation dans le sol de substances toxiques;

6) un sol fertile est capable de fournir en quantités requises et équilibrées les composés nécessaires à la croissance de certains plants lorsque les autres conditions du milieu sont favorables;

7) toute couche de substances toxiques limitera l'épaisseur réelle du sol car elle arrêtera la croissance des racines vers le bas.

Dans la partie guinéenne de l'Afrique de l'Ouest, les deux principales contraintes pédologiques à la croissance des arbres sont: 1) la profondeur du sol et 2) le drainage; dans la partie soudanaise, 1) les disponibilités hydriques et 2) la texture du sol.

Toutefois, les conditions pédologiques varient énormément d'un site à l'autre en raison des différences de climat et de bio-organismes qui agissent sur les divers types de roches-mères. Certains sols sont très superficiels et d'autres très profonds; certains sont très compacts et durs, d'autres friables; ils sont très ou peu fertiles; certains sont très mouillés, d'autres sont secs, etc. Les arbres forestiers ont également des exigences édaphiques diverses. On se trouve donc devant l'alternative suivante: choisir les essences adaptées au sol ou, dans une certaine mesure, modifier les conditions du sol pour l'adapter aux exigences des arbres.

Le présent exposé a pour objet d'indiquer les procédures utilisées sur le terrain pour déterminer les conditions du sol. Elles seront un guide dans le choix des sites de boisement.

EXIGENCES FONDAMENTALES

Le choix d'un site de boisement exige des prospections ou des études pédologiques sur le terrain. Il faut donc des fournitures et du matériel (voir Annexe 1). Avant d'entreprendre les travaux sur le terrain, il faut se procurer des photographies aériennes stéréoscopiques, des cartes et références sur la zone à étudier. S'il n'existe pas de photographies aériennes, le pédologue devra dresser lui-même une carte de base. Il va sans dire que les photographies aériennes doivent être excellentes. Les cartes géologiques, topographiques, physiques, climatiques et de végétation de la région sont des préalables indispensables. On aura également besoin de renseignements d'ordre géologique, climatique, géographique, agricole et sylvicole de la zone même ou des zones avoisinantes.

METHODE DES PROSPECTIONS PEDOLOGIQUES

Selon les objectifs, on peut les classer en prospections détaillées, semi-détaillées ou de reconnaissance. Le choix du site exige une prospection semi-détaillée avec établissement de cartes des unités de terrain à une échelle située entre 1:20 000 et 1:50 000 (voir Annexe 2). Les unités utilisées dans ce cas sont: séries, types et phases.

Le travail sur le terrain débute par l'examen des sols le long des routes puis des traverses partant de divers points de la route. Les caractéristiques des profils de terrain sont étudiées en autant de points qu'il est nécessaire et, autant que possible, en se servant du carottier hydraulique monté à l'arrière du camion Landrover. Là où le camion n'a pas accès, l'examen se fait avec une tarière actionnée à la main. On creuse des fosses d'un mètre carré sur 1,50 m de profondeur pour décrire en détail un profil représentatif de chaque unité de terrain. On nettoie le côté de la fosse faisant face à la lumière pour bien discerner les horizons ou couches. Les limites des divers horizons sont marquées et leur épaisseur mesurée. Les "Directives pour la description des sols" de la FAO (FAO, 1968), sont utilisées pour décrire la couleur, la texture, la structure, la consistance, les pores,

les inclusions, la présence de racines et la réaction du sol de chaque horizon du profil. Le tableau des couleurs de Munsell sert à décrire les couleurs des sols mouillés et secs. Sur le terrain, on détermine au toucher la texture, la plasticité et le collant des sols. La réaction du sol est définie par des indicateurs de couleur (chlorophénol rouge pour les sols aux réactions comprises entre pH 5,2 et pH 6,8 et thymol bleu pour ceux aux réactions se situant entre pH 6,0 et pH 7,6).

Chaque fois que possible, on examine avec la sonde les sols dont la profondeur dépasse 150 cm. Les échantillons de terrain prélevés dans chaque horizon étudié sont soumis à une analyse physique et chimique. On prélève aussi au hasard des échantillons composites supplémentaires pour en analyser la fertilité.

On détermine les arbres, arbustes et herbes poussant aux alentours de chaque fosse décrite. On note de même d'autres caractéristiques physiques du site comme le relief, la pente, la classe de drainage, le degré d'érosion du sol, la pierrosité, la profondeur de la nappe d'eau, la géomorphologie et l'activité des animaux. On utilise à cette fin des formules (voir Annexe 3) que l'on remplit sur place, évitant ainsi d'oublier quelques autres aspects du terrain.

Les sols qui ont des caractéristiques similaires dans l'agencement des profils et les conditions extérieures forment une série et reçoivent une appellation géographique. Lokoja, Afaka, Okene et Osara sont quelques-unes des séries décrites dans la zone guinéenne. En ajoutant la classe de texture de l'horizon A à ce nom de série, on obtient le type de sol. Dans le cas de la série appelée Lokoja, la texture de l'horizon A est un sable limoneux, le type de sol est donc: sable limoneux, Lokoja. De légères différences dans les caratéristiques peuvent se révéler à l'intérieur d'un type de sol; elles ne sont importantes que pour l'aménagement des sols. Il peut s'agir d'une variation dans la profondeur du sol, dans l'érosion, le drainage, la pente ou la pierrosité. Au lieu de créer une nouvelle série, on définit alors une phase du type de sol. Ainsi, dans le cas de sable limoneux, Lokoja, certaines zones aux sels relativement moins profonds sont appelées sable limoneux, Lokoja, phase peu profonde.

Les limites des séries, types et phases de sol sont tracées directement sur les photographies aériennes au crayon gras. Les marques faites avec ce type de crayon s'enlèvent facilement avec une gomme de dureté moyenne. Si l'on désire garder la photographie aérienne intacte, on la recouvre d'une feuille dont l'une des surfaces est mate et sur laquelle on peut écrire au crayon les données pédologiques. Les limites des terrasses, dépressions, collines ferrugineuses, zones érodées, inselbergs et escarpements sont identifiées par l'étude stéréoscopique. On peut aussi reconnaître les limites des sols sur la photographie grâce aux différences de couleur et de densité de la végétation et des nuances dans les couleurs des sols. Toutes les informations pédologiques apparentes sur les photographies aériennes sont reportées sur la carte pédologique de base à l'aide d'un projecteur Grant.

La carte de base devient le premier projet de la carte pédologique. Elle est confiée à un dessinateur qui en fait une version définitive pour la reproduction. Le périmètre de chaque unité de sol est déterminé et son étendue relative calculée.

Les caractéristiques de chacune des unités de sol cartographiées seront ensuite classées par groupes presentant des caractéristiques ou aptitudes similaires pour la croissance des plantes ou pour leur réaction semblable au mêmes traitements ou au mêmes systèmes d'aménagement du sol. Il y a 5 classes d'aptitude du sol qui ont été définies pour l'agriculture au Nigeria. Elles sont largement en relation avec leur classe d'aptitude en plantation d'arbres comme suit:

I. Très apte: cette classe comprend les terrains à sol profond et bien drainé où les racines des arbres peuvent traverser le profil. L'approvisionnement en eau est suffisant pour une croissance normale. Aucune obstacle à la mécanisation. Les arbres adaptés pour la zone réagissent très bien aux pratiques habituelles de conservation des sols.

II. Moyennement apte: cette classe englobe: 1) terrains à sol assez profond bien drainé; 2) terrains à sol profond et drainage modéré; et 3) terrains dont l'humidité du sol est quelque peu insuffisante pour une croissance normale des arbres. Quelques obstacles possibles à la croissance des racines dans le profil (par exemple, légère salinité); possibilité de mécanisation. Pratiques simples de conservation des sols.

III. Assez apte: cette classe comprend: 1) terrains à sol modérément profond à peu profond mais bien drainé; 2) terrains à sol profond mais à drainage pauvre; et 3) terrains dont l'humidité du sol est parfois critique. Peu d'essences sont adaptables à cette zone et le sol peut être modérément salin. Mécanisation quelque peu limitée par certains obstacles physiques. Pratiques intensives de conservation des sols.

IV. Peu apte: cette classe réunit: 1) terrains à sol peu profond mais bien drainé; 2) terrains à sol profond mais à drainage très pauvre; 3) terrains aux conditions climatiques extrêmes; 4) terrains où la mécanisation est rendue très difficile par la présence de blocs pierreux; 5) terrains à sol très dur et compact; et 6) terrains à sol très fortement érodé. Les sols dans le profil peuvent contenir beaucoup de sel ou d'alcalins qui gênent la croissance de nombreuses essences. Le choix d'arbres adaptés à cette classe est très limité.

V. Inapte: cette classe comprend: 1) terrains à sol très superficiel ou squelettique où les roches sont proches de la surface ou affleurent; et 2) terrains aux états hydriques extrêmes (trop secs ou trop mouillés). Mécanisation ou plantation d'arbres sont déconseillées.

La classe d'aptitude à la plantation est déterminée en fonction des analyses physiques et chimiques du sol et compte tenu du climat local. Lors de la classification des sols selon leur aptitude à la plantation ou à la croissance des arbres, le géomètre ne doit pas oublier qu'un sol très favorable associé à un bon climat favorise le développement des racines. Il doit ensuite définir la principale contrainte à l'utilisation de ce sol et son importance et enfin l'insérer dans la classification d'aptitude.

Il faudrait étudier les précipitations dans la zone lorsque l'on détermine la profondeur réelle du sol. En conditions de pluviosité analogues, la qualité du site augmente généralement avec la profondeur du sol. Un site dont le sol a 100 cm de profondeur et reçoit 1 270 mm de pluie peut valoir un autre site dont le sol est plus profond mais moins arrosé. Il faut que le sol ait plus de 2 m de profondeur lorsque les précipitations sont réduites (1 000 mm) durant la période de croissance (Samie, 1973).

Les plinthites, très fréquentes dans les sols de savane, limitent souvent la profondeur du sol mais certaines racines, par exemple celles d'Eucalyptus propinqua, peuvent pénétrer les plinthites compactes jusqu'à une profondeur de 120 cm. Par contre, les racines d'Isoberlinia doka prennent une direction horizontale lorsqu'elles rencontrent une couche de plinthite. L'épaisseur réelle du sol dépend aussi des textures, du type de minéral argileux rencontré dans le profil et de la densité de masse de la couche de plinthite. La densité de masse moyenne des sols de savane est de 1,55 g/c3 (sol superficiel); lorsqu'elle atteint 2,05 g/c3, les racines de la plupart des essences sont incapables de pénétrer dans le sol (Samie, 1973).

La fertilité du sol est un autre facteur de qualité d'un site. Selon les analyses chimiques, les racines des arbres indigènes concentreraient leur croissance dans la partie supérieure du sol où la fertilité est beaucoup plus élevée que dans l'horizon C. Cela est généralement vrai pour un horizon C de sable grossier, comme on le rencontre dans la réserve forestière à d'Ejidogari, Nigeria.

Le drainage du sol est une autre contrainte à la croissance des arbres. Des études préliminaires faites sur une caténa de la réserve forestière d'Afaka plantée de Pinus caribaea ont montré que la croissance diminue au fur et à mesure que le drainage s'appauvrit. Toutefois, Eucalyptus citriodora, E. saligna et E. tereticornis ne semblent pas souffrir de ces contraintes saisonnières imposées par le drainage.

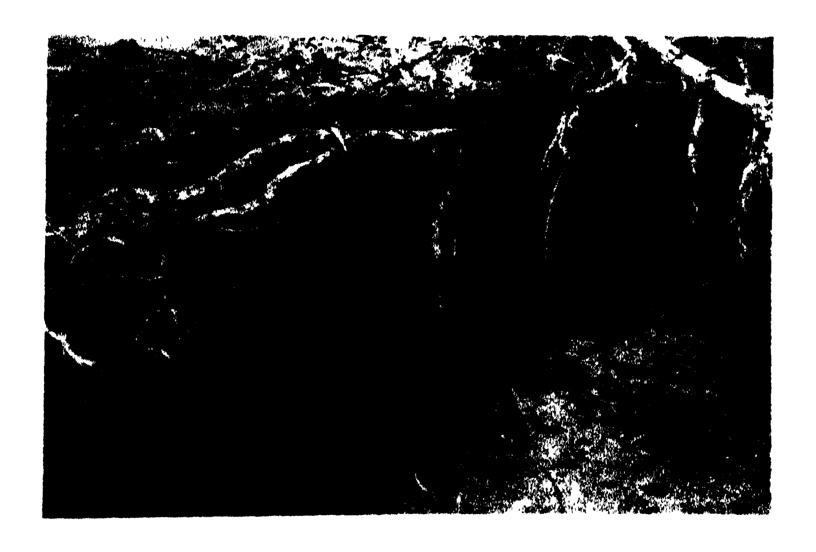
La croissance des arbres est directement gênée par les sols érodés, les affleurements ferrugineux et la profondeur du sol (épaisseur réelle). Là encore, les études préliminaires réalisées en 1971 dans la plantation pilote de la réserve forestière d'Afaka sur des E. camaldulensis de 4 ans ont montré que la hauteur moyenne des arbres était de 9,8 mètres sur les sols non érodés et de 6,5 mètres sur les sols érodés. De même, un écart de 2 mètres de croissance en hauteur a été enregistré pour E. grandis selon que ces arbres se trouvaient sur des sols présentant ou non des affleurements ferrugineux.

La croissance des E. saligna plantés sur une caténa de la réserve forestière d'Afaka a souffert, durant la première année, d'une différence de la profondeur du sol (épaisseur des horizons). Toutefois, ces écarts de croissance ont progressivement diminué après la 3e année. Dans ce cas, la profondeur réelle est un facteur qualitatif du site plus important que l'épaisseur des horizons du sol.

BIBLIOGRAPHIE

FAO 1968 — Directives pour la description des sols, MI/70805, Division de la Mise en Valeur des Terres et des Eaux, p. 58.

Samie, A.G.A. 1973 — Contribution of rainfall to the moisture storage in some soils at Afaka Forest Reserve, North Central State, Nigeria. Research Paper No. 25, Savanna Forestry Research Station.



La plinthite peut être un facteur limitant pour la croissance, notamment lorsqu'elle se présente sous la forme d'une carapace proche de la surface du sol. Quelques espèces cependant peuvent transpercer la carapace et soutirer l'eau des horizons inférieures. Sur cette photographie des rames d'Eucalyptus cloeziana traversent une cuirasse de plinthite de 10 cm d'épaisseur, environ à 60 cm en profondeur.

Annexe 1

MATERIEL DE BURREAU ET EQUIPEMENT DE TERRAIN POUR PROSPECTIONS PEDOLOGIQUES

Matériel de bureau

1. Stéréoscope, à miroir ou à balayage, mais suffisamment grand pour permettre l'examen d'une photographie aérienne de 23 x 23 cm. Cet appareil est essentiel à l'étude des caractéristiques physiques car il donne une vue tridimensionnelle du paysage.

2. Pantographe (mécanique) pour agrandir ou réduire les cartes.

3. Projecteur. Il a le même usage que le pantographe mais on l'emploie généralement pour porter les perspectives des photographies aériennes à l'échelle souhaitée pour la carte. Toutefois, il tend à fausser un peu les dimensions de l'image du fait d'un phénomène physique naturel de l'objectif qui peut être corrigé par une manipulation appropriée de l'appareil.

4. Planimètre. Instrument utilisé pour délimiter des périmètres sur les cartes. Il enregistre le nombre d'unités carrées (en général, cm 2), et l'on peut ainsi calculer la superficie de n'importe quelle unité de sol en corrélation avec l'échelle de la carte.

Equipement de terrain

1. Sonde pédologique pour l'examen des sols en profondeur. Cet instrument est habituellement fourni avec des rallonges qui permettent de pénétrer jusqu'à 3 mètres. Il en existe différents types répondant aux diverses conditions du sol.

2. Pelle pour creuser des trous montrant le profil des couches ou pour prélever des échantillons de terre.

3. Compas Brenton avec clinomètre. Le premier sert à déterminer les directions et le second la pente du terrain.

4. Tableau des couleurs de Munsell avec suppléments à utiliser sous les tropiques.

5. Marteau de géologue avec pointe biseautée pour casser les blocs de pierre à examiner et les horizons compacts ou pour prélever des échantillons de petites mottes de terre.

6. Trousse d'instruments pour déterminer le pH du sol. Les réactions de la plupart des sols en Afrique de l'Ouest vont de pH 3,5 à pH 8,5. Les pH 5,0 à 6,5 sont les plus courants.

7. Truelle pour prélever des échantillons de terrains, notamment en profil.

8. Couteau à lame large pour examiner et marquer les profils.

9. Ruban métallique gradué de 3 mètres pour mesurer l'épaisseur des horizons.

10. Flacon en plastique avec bec verseur pour humecter les sols à étudier au toucher.

11. Carottier hydraulique (facultatif). C'est un outil à usages multiples qui peut sensiblement alléger le travail du géomètre. Il peut creuser des trous avec des sondes à des profondeurs limitées seulement par la longueur de la corde disponible. Il peut enfoncer un tube métallique dans un sol mou pour prélever un échantillon de profils non perturbés.

12. Véhicule, pour les déplacements du personnel et le transport de l'équipement, du matériel et des échantillons de terrain. Il est préférable d'utiliser un véhicule à quatre roues motrices. Si l'on possède un carottier hydraulique, il faudra le fixer sur un camion pick-up. Ce dernier, également à quatre roues motrices, devra être muni d'une prise de force.

13. Sacs en toile ou en plastique pour les échantillons de terrain.

Annexe 2

Comparaison des densités d'échantillonnage, du rythme de progression et de l'échelle des prospections systématiques du sol (en utilisant quelque peu l'interprétation des photos aériennes)

Echelle	Types de prospection	Zone équivalant à 1 cm^2 sur la carte	Densité d'échantillonnage 1/ (0,5 échantillon/cm^2 de carte)	Progression moyenne 2/ approx.(mois de 20 jours)
1: 5 000	très détaillée	0.25 ha	1/0.5 ha	500 ha
1:10 000	très détaillée	1.25 ha	1/2 ha	800 ha
1:20 000	détaillée	4.0 ha	1/8 ha	1 250 ha
1:25 000	détaillée	6.25 ha	1/12.5 ha	1 500 ha
1:50 000	semi-détaillée	25.0 ha	1/50 ha	75 km^2
1:100 000	de reconnaissance	1 km^2	1/2 km^2	200 km^2

1. Les chiffres expriment une densité moyenne d'échantillonnage sur la superficie totale de la carte (sur cette base, une densité acceptable se situe normalement entre 0,25 et 1,0 échantillon/cm^2 de carte).

2. Les chiffres donnés sont une moyenne approximative calculée à partir du large éventail de rythmes de progression essayés au cours des prospections.

Annexe 3

DESCRIPTION DU PROFIL DU SOL

Unité	Numéro du profil	Date
Classification		
Localisation		
Végétation		
Altitude	Précipitations	
Roche-mère		
Physiographie		
Pente et aspect	Relief	
Drainage	Perméabilité	
Humidité	Eau souterraine	
Répartition des racines		
Remarques		

Horizon	Profondeur	Couleur	Texture	Structure	Consistance	Pores	Inclusions	pH	Limite

DEFRICHEMENT DU TERRAIN ET PREPARATION DU SITE

par

D.E. Greenwood
Division de la Recherche forestière, Kitwe, Zambie

Les objectifs de la préparation du sol dans les conditions de savanes sont résumés au Chapitre 9 de Laurie (1975). Le choix des méthodes pour effectuer ce travail dépendra des conditions locales, des résultats de la recherche locale et des essais les plus probants.

Les facteurs qui ont été considérés en choisissant entre les méthodes manuelles et mécaniques sont aussi décrits par Laurie (1975), mais un facteur supplémentaire qui a surgi récemment est la rapide montée du prix du mazout et des huiles - une augmentation qui va probablement continuer. Ceci affecte sérieusement le coût relatif des opérations mécaniques, non seulement directement par l'augmentation du coût de la mise en exécution des opérations, mais aussi indirectement, par l'augmentation du coût des machines elles-mêmes, de leurs pièces et de leurs transports. Dans plusieurs pays, le coût du travail augmente aussi, mais habituellement pas suffisamment pour préserver le coût-relatif des opérations manuelles et mécaniques. Lorsque l'approvisionnement en travailleurs est inadéquat ou lorsque le temps disponible est trop court pour utiliser les méthodes manuelles, les méthodes mécaniques de défrichement du terrain semblent être intéressantes. Cependant, vu l'énorme et régulière montée des prix, il est nécessaire de s'inquiéter de la situation dans le futur.

Différentes approches sont possibles.

a) Dédommager un peu les coûts de défrichement en faisant d'autres usages du terrain avant d'y planter des arbres.

   i) Utiliser les arbres se trouvant sur place avant le défrichement ou après l'abattage pour la production de feuilles de placage à partir des tiges sélectionnées, des copeaux ou pulpes, et de charbon de bois à l'aide de fours permettant d'étendre cette transformation sur une grande échelle (ces processus affectent aussi favorablement le coût du défrichement).

   ii) Louer le terrain à un fermier commercial pour la production agricole durant un ou deux ans (nécessité d'un contrat avec des conditions strictes).

   iii) Cultiver le terrain en utilisant des travailleurs forestiers payés.

Les aspects pratiques, techniques et économiques de ces projets ont besoin d'être étudiés sérieusement: les essais de terrain et la recherche sont essentiels dans plusieurs cas.

b) Imaginer les méthodes les moins coûteuses pour faire ce travail.

   i) Utiliser du matériel plus léger.

   La densité des fourrés et la taille moyenne des arbres qui s'y trouvent déterminent s'il y a ou non possibilité d'utiliser du matériel plus léger. Si les buissons sont suffisamment clairsemés, des machines plus légères peuvent être utilisées. Il n'est pas seulement moins coûteux pour le processus de défrichement lui-même, mais une telle machine peut être économiquement employée pour d'autres travaux forestiers durant le reste de l'année. Ceci entraîne une réduction du capital nécessaire et de ce fait, une diminution des coûts du défrichement.

Le projet "Wimbia", décrit par Laurie (1975) a montré que le travail peut être fait mais une surveillance soigneuse et des opérations habiles sont essentielles.

Cependant, cette méthode ne peut pas être toujours utilisée car lorsque la couverture ligneuse est trop épaisse, il est nécessaire de prendre des machines telles que Caterpillars D-7 et D-8; dans ce cas, ce n'est pas économique d'essayer d'utiliser des machines légères. Au mieux, vous terminerez avec de plus grandes dépenses suite aux retards et aux cassures; enfin, vous pouvez vous trouver avec des machines brisées et le travail non terminé.

ii) Utiliser des nouveaux types de machines.

Des machines telles que la "désoucheuse hydraulique" et "l'extracteur d'arbre" qui sont montés sur tracteurs mobiles et sont capables d'extraire un arbre entier avec ses racines, ont récemment été publiées dans la presse et démontrées. Les résultats des démonstrations ont été difficiles à s'imposer suite au manque de données sur les arbres concernés et sur la durée des opérations. La seule démonstration en Zambie a convaincu l'audience que la machine n'était probablement pas intéressante pour le projet de plantations industrielles. C'était trop lent et n'apparaissait pas capable de tenir tête à des arbres de la dimension que l'on y rencontre habituellement. Les machines peuvent servir pour les opérations de nettoyage et également avoir leurs utilités dans les défrichements à petite échelle sur des terrains peu fortement boisés.

c) Eliminer des parties du présent travail.

i) L'alignement des andains serait éliminé en grande partie si on faisait plus de charbon de bois ou si le bois était déchiqueté (comme on l'a déjà mentionné, ceci apporterait aussi des revenus pour aider à payer les frais d'abattage). Cependant, pour faire le travail durant la saison, le charbon de bois serait fabriqué dans les fours.

ii) Après l'abattage de la végétation, au lieu d'être rangé en andains, le bois serait abandonné sur place et brûlé durant la saison sèche. Souvent, il sera nécessaire de passer une deuxième fois afin de tout consumer, de même que des difficultés de brûler les grosses bûches peuvent se présenter comme sur les terrains où des espèces telles que Hyparrhenia et Loudetia croissent fort bien.

iii) Omettre le labourage. La recherche en Zambie a montré que le labourage n'est pas strictement nécessaire. Cependant, le maintien de la récolte pour enlever les mauvaises herbes durant la première année est nécessaire; et si le terrain n'a pas été labouré, le souchage sera beaucoup plus important la première année. Les frais doivent être comparés aux autres, mais ne pas oublier l'investissement en capital des labours profonds qui a été épargné.

d) Réexaminer la nécessité d'achever actuellement le défrichement du terrain.

i) Les méthodes de préparation du sol qui étaient décrites comme des échecs au début de la sylviculture traitant des plantations exotiques peuvent maintenant être modifiées pour produire une plantation viable.

Actuellement, parmi les facteurs favorisant ces méthodes, il y a la possibilité de produire des stocks de pépinière de haute qualité, le développement des méthodes chimiques pour tuer et sarcler les buissons, et le développement des charrues et des herses telles que celles qui passent au-dessus des souches restantes.

ii) La recherche est en progrès mais la possibilité d'application des résultats ne peut être déterminée que par les expériences et les prix locaux. Le succès de l'instauration de ces méthodes n'est pas la seule considération - l'effet recherché est d'influencer les vitesses de croissance et de ce fait, de jouer sur le coût final de la plantation. L'annulation du défrichement du terrain devra être comparée à une possibilité de plus longue rotation et aux autres coûts qui en résultent.

Les principales méthodes manuelles ou mécaniques de défrichement sont décrites par Laurie (1975) et n'ont pas besoin d'être reprises ici. Si les méthodes manuelles sont utilisées, alors le travail est juste une question d'organisation et d'administration. Par contre si on utilise les méthodes mécaniques, alors la situation est plus compliquée (à part les considérations discutées ci-dessus, les décisions doivent attendre les résultats des essais de terrain et de la recherche). Ceci est particulièrement le cas lorsque le terrain boisé est dense et demande l'emploi de lourdes machines qui sont asses coûteuses à l'usage mais encore plus coûteuses si elles restent non utilisées pendant une grande partie de l'année.

Le projet industriel de plantation en Zambie a eu dans le passé, heureusement, un entrepreneur avec l'équipement lourd nécessaire et qui avait une grande expérience. Ceci est changé actuellement en Zambie et n'est jamais le cas dans les autres pays. Parfois, différents modes d'action sont possibles:

a) Joindre les forces avec d'autres sociétés gouvernementales qui ont déjà fait du défrichement pour l'agriculture et/ou construisent des routes. L'ajout d'un contrat forestier les aiderait à faire des opérations plus profitables.

b) Encourager des entreprises privées à créer une unité de défrichement au moyen d'emprunts initiaux et de subsides, en demandant éventuellement le support du gouvernement à condition de respecter son programme de défrichement. La promotion d'une grande compagnie par le gouvernement présente beaucoup de désavantages car elle devient dépendante de ce dernier. Cette aide est peut-être plus valable pour aider de plus petites entreprises qui ne feraient chacunes qu'une partie du travail. Ceci offre beaucoup d'avantages mais n'est uniquement praticable que si le travail requis pour l'ensemble du terrain à défricher est important.

c) Acquérir le matériel de défrichement pour le projet de plantation. Ceci n'est pas facile puisque pour être rentable, il peut être nécessaire de louer ce matériel à d'autres projets de défrichement ou de travaux routiers.

Quelle que soit la méthode de défrichement choisie, l'opération prendra une bonne proportion de coûts de plantation dans un milieu de savanes.

Néanmoins, les conditions de croissance atteintes sont telles que dans les régions où la demande de bois est grande, les approvisionnements locaux insuffisants et les importations coûteuses, le bois produit sur place sera capable de s'imposer sur le marché à un prix qui est raisonnablement intéressant malgré les investissements.

De plus, les résultats préliminaires en Zambie montrent qu'il est actuellement possible d'envisager d'autres méthodes de défrichement qui réduiront le coût de ces opérations.

Laurie, M.V. 1975 — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines. Collection FAO: mise en valeur des forêts N° 19. FAO, Rome.

DEFRICHEMENT ET PREPARATION DES SITES DANS LA SAVANE DU NIGERIA[1/]

T.G. Allan
Département des Forêts, FAO, Rome, Italie

et

E.C.C. Akwada
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria

TABLE DES MATIERES

1/ Document pour le Colloque sur le reboisement des zones de savane

DEFINITIONS

Les termes et abréviations suivants en matière de défrichement sont utilisés dans le texte:

i) "Temps de travail" (TT): pour un engin-tracteur, c'est le temps de travail total, en minutes, par superficie spécifique ou par engin; on le calcule en y ajoutant les temps de pause et de demi-tour.

ii) "Surface terrière" (ST) d'un arbre: il s'agit de la surface de la coupe transversale d'un tronc à hauteur de poitrine (h.p.) ou à 127 cm au-dessus du niveau du sol. La surface terrière d'un peuplement ou d'un type de végétation est la somme des surfaces des coupes transversales des arbres qui le composent; elle est souvent exprimée en surface terrière totale par unité de superficie du terrain (par exemple mètres carrés par hectare m^2/ha).

iii) Pour l'établissement des coûts, on s'est servi dans le texte du système monétaire décimal basé sur le Naira (₦) nigerian et instauré à compter du 1er janvier 1973. Au 1.10.1975, le cours du change était de:

1 ₦ (Naira) = 1,626 $ E.U.
0,615 ₦ = 1,00 $ E.U.

INTRODUCTION

Le défrichement de la savane exige l'enlèvement du couvert ligneux natural à des fins particulières. Cette opération constituant un changement écologique important, il est indispensable d'examiner chaque site et d'en planifier soigneusement l'utilisation, afin que seules les superficies qui seront convenablement mises en valeur dans un délai de temps raisonnable soient défrichees. Un terrain sujet à érosion ne devrait pas être défriché ou travaillé sans étude sérieuse des mesures à prendre pour éviter une dégradation du sol. En foresterie, la raison essentielle justifiant le défrichement est l'enlèvement de toute matière ligneuse qui risque d'entraver ou de gêner les travaux préparatoires de culture à effectuer sur le site. Hormis quelques rares sites limités et particuliers, l'établissement efficace de plantations forestières en savane exige l'élimination de ces espèces indésirables. (FAO, 1975; Iyamabo et Ojo, 1971). Sauf à petite échelle ou dans le cas de "taungya", ce nettoiement constant nécessite une mécanisation poussée. Pour que le débroussaillage mécanique soit efficace, il faut que le terrain soit débarrassé en surface de tout couvert ligneux et de toutes racines et souches jusqu'à la profondeur maximum de pénétration des machines utilisées. Pour ce faire, le déracinement de tous les arbres et l'élimination de toutes les souches, racines et autres bois de rebut sont nécessaires.

Pour l'établissement de petites plantations, le défrichement à la main est, au Nigeria, la méthode la plus ancienne et la plus courante. Selon les premières études sur les frais de défrichement de divers sites, ces frais auraient été de 30 à 70% du coût total de l'établissement de la plantation, ce qui représente un gros investissement initial. Une des premières expériences d'arrachage mécanique à l'aide de tracteurs à chenilles et d'une chaîne d'ancrage fut faite à Afaka en Guinée du nord, en décembre 1965. L'expérience, qui eut lieu environ deux mois après la fin des pluies, mit en relief quelques-uns des problèmes initiaux liés à l'emploi des tracteurs, mais montra que la technique de la chaîne était possible et que des recherches plus approfondies en ce sens devaient être entreprises. Barrot (1968 et 1970) fait état d'une autre opération mécanisée de défrichement et de préparation du sol à Nimbie, en 1968, opération dans laquelle le prix de revient de la préparation du terrain, malgré un haut niveau de mécanisation, s'est élevé à 50% du coût de l'établissement de la plantation. Il constatait aussi qu'il n'y avait guère, à l'époque, de différence entre le coût du défrichement manuel et celui du défrichement mécanique. Depuis lors, cependant, le prix de la main-d'oeuvre a augmenté de 340% et le coût de fonctionnement d'un tracteur de 40 à 100%, hausse que prévoyait Barrot, mais sans doute pas dans une telle mesure.

Si le défrichement n'est pas difficile, quand on dispose de la main-d'oeuvre et des machines voulues, il faut toutefois choisir la (ou les) méthode(s) qui donnera(ront) les meilleurs résultats dans les conditions òu l'on se trouve.

DEFRICHEMENT ET PREPARATION DU TERRAIN

La préparation du terrain aux fins de plantations comprend, au sens large du terme, les grandes opérations ci-après (Allan et Akwada, 1974; Caterpillar Tractor Co., 1970a):

i) Déssouchage ou arrachage mécanique

ii) Alignements des andains ou empilage à la main

iii) Nettoyage

iv) Brûlis

v) Tracé

vi) Travail du sol avant plantation

Des activités telles que le nettoyage, le brûlis et le tracé n'ont pas encore été étudiées dans le détail. Il existe, cependant, beaucoup de méthodes pour exécuter les autres opérations énumérées, les principales utilisées au Nigeria pour l'établissement des plantations étant les suivantes.

Le déssouchage est surtout exécuté par une main-d'oeuvre temporaire à l'aide essentiellement de la houe et de la hache indigènes. L'opération comprend l'excavation, la coupe des racines et l'abattage des arbres. L'arrachage mécanique peut se faire au moyen d'un seul tracteur ou par la technique de la chaîne. Dans le premier cas, on se sert d'un tracteur à chenilles muni d'une lame de bulldozer pour renverser les arbres. Le sol n'est en l'occurrence que peu ou pas creusé. Dans le deuxième cas, on a recours à deux ou trois tracteurs lourds à chenilles équipés sur le devant de lames ou de rateaux et, sur l'arrière, d'une grosse chaîne attelée à deux des tracteurs. Eloignés de 15 à 25 m l'un de l'autre, selon la densité des broussailles, ceux-ci avancent de concert et la chaîne arrache au passage une rangée d'arbres. Quand la végétation est dense, le troisième tracteur, dit de soutien, équipé d'un "stinger", aide les tracteurs de devant en renversant les gros arbres qui arrêtent la chaîne. L'opération efficacement menée permet à la chaîne d'arracher une bonne partie des racines principales et latérales.

Si les arbres dessouchés ou arrachés ne peuvent pas être vendus comme bois de chauffage ou transformés en charbon de bois, il faut les aligner en andains ou les entasser sur place pour les brûler. La mise en andains linéaires espacés de 40 à 50 m se fait généralement avec des tracteurs à chenilles équipés de lames frontales. En terrain vallonné, les andains sont généralement alignés grosso modo à la périphérie. Pour l'empilage à la main, il faut débiter le bois de rebut en pièces maniables puis empiler ces dernières en tas serrés pour les brûler. L'opération de nettoyage succède à l'alignement des andains ou au brûlage; elle consiste à enlever toutes les souches/racines ou autre bois de rebut restant dans ou sur le sol, puis à les ramasser et à les ajouter aux andains ou à les entasser séparément. Le brûlis est une opération simple pour laquelle il suffit de choisir la saison ou l'heure voulue.

L'opération de levé, de piquetage et de balisage de la configuration de la plantation, y compris les routes, les pistes et les compartiments, est appelée tracé de la plantation.

Le travail du sol avant plantation comprend deux activités principales: le premier labour et le hersage. Le labour qui suit le défrichement est ainsi qualifié parce qu'il s'agit d'un premier défoncement du terrain. Ces terrains nouvellement défrichés sont beaucoup plus durs et difficiles à travailler qu'une terre agricole déjà mise en valeur. Une profondeur de labour de 23 cm. peut sans doute convenir, mais il vaut mieux labourer à une profondeur de 30 cm ou plus. Les charrues lourdes et les charrues classiques à disques permettent un labourage satisfaisant. Le pré-hersage a pour but de créer un environnement favorable à la plantation, opération qu'il doit toujours immédiatement précéder. Il se solde par un ameublissement qui facilite la plantation et tend à niveler le sol. Si l'on débarrasse le terrain de toutes herbes et végétaux, on a plus de latitude pour planifier les opérations ultérieures de désherbage et on peut réduire le nombre de ces dernières durant la première saison. Ce travail du sol n'exige qu'une pénétration de 15 cm et l'opération peut être efficacement exécutée par toute une gamme de herses lourdes et légères. Pour ces travaux, le choix du moment opportun revêt souvent plus d'importance que la rentabilité économique.

FACTEURS LIES A L'ENVIRONNEMENT: CLIMAT ET VEGETATION

De nombreuses variables influant sur les études de défrichement et de préparation du terrain, il est malaisé, faute de plusieurs expériences à répétitions, d'évaluer l'effet, voire de tenir compte, de facteurs tels que le sol, la topographie, ou encore le rendement de la main-d'oeuvre ou des opérateurs. Les deux grandes variables qui doivent régir le travail sont le climat et la végétation (Allan et Akwada, 1974a).

Le climat influence maints aspects de la préparation du terrain. En saison sèche, l'arrachage mécanique tend à casser les fûts, de sorte qu'il faut extraire les souches, ce qui coûte cher. Une étude faite dans la savane du nord de la Guinée pour examiner le rapport entre la rupture des fûts et la pluviométrie montre qu'après une chute de 100 mm d'eau au début de la saison des pluies, les ruptures de fûts sont négligeables. A la fin de la saison des pluies, après la dernière forte chute enregistrée, on peut encore pendant une vingtaine de jours procéder à un arrachage efficace, sans risque de cassures. L'extraction des souches à la main se fait aussi plus aisément pendant la saison des pluies alors que les sols sont humides, tout comme ceux-ci se labourent et se pénètrent beaucoup mieux à ce moment-là. La pluviosité et la température déterminent la date du brûlis des andains. Le climat conditionne tout le cycle de défrichement et de préparation du terrain. Ci-après un calendrier des opérations indiquant la séquence de ces dernières au cas où le site défriché au cours d'une saison sèche doit être planté au début de la saison sèche suivante.

Saison	Opération	Mois correspondant pour la réserve forestière d'Afaka
Début des pluies après enregistrement de 100 mm	Commencer arrachage ou dessouchage- Alignement des andains, nettoyage et labour entre andains peuvent commencer pendant cette période.	début juin
20 jours après fin des pluies	Cesser arrachage. Finir alignement des andains. Nettoyer entre andains.	mi-novembre
Fin de la saison sèche	Brûler les andains	mars
Début des pluies	Finir labour. Hersage avant de planter	avril/mai
Début des pluies après enregistrement de 100 mm	Commencer plantation. Commencer arrachage et labour sur superficie à planter l'année suivante	début juin

La première colonne indique l'échelonnement des opérations en fonction des pluies dans toute la savane nigeriane, tandis que la dernière se borne à traduire ces données en mois, pour le cas précis de la réserve forestière d'Afaka; des conversions analogues peuvent cependant être faites pour n'importe quelle autre station disposant de données pluviométriques adéquates.

Dans la savane, la densité du couvert ligneux varie non seulement d'une zone climatique à l'autre, mais aussi à l'intérieur d'une même zone ou d'un même secteur écologique. La densité ou le volume, y compris le système radiculaire principal de la végétation, est déterminant pour la productivité du défrichement. Des rendements exprimés en temps par unité de superficie (minutes/hectare) ne suffisent pas pour donner une idée des résultats réels, sauf si la densité de végétation de la zone est sensiblement uniforme. La détermination précise du volume est difficile et demande du temps. Des recherches effectuées, il ressort cependant que les données relatives à la surface terrière (ST), données assez aisées à obtenir, permettent d'évoluer, en mètres carrés (m^2), la productivité ou de comparer l'efficacité des opérations selon les divers types et densités de la broussaille. A mesure de l'élaboration de données de défrichement, il devrait donc être possible, compte tenu de la surface terrière par hectare, de la hauteur des arbres et du type de végétation d'une zone particulière, d'estimer le taux de productivité d'une technique de défrichement donnée.

RECHERCHES ET RESULTATS

Après étude des dossiers d'opérations passées et des méthodes courantes de défrichement et de préparation du sol jusqu'en 1971, une série d'essais et de recherches a été organisée pour déterminer l'efficacité relative de diverses méthodes. Ces essais ont porté sur l'arrachage, le dessouchage, l'alignement en andains, le premier labour et le hersage préalable à la plantation.

Pour déterminer la rentabilité économique comparative des différentes méthodes, on a eu recours aux coûts. La base du calcul de ces coûts est indiquée en Annexe 1 et expliquée plus en détail dans Allan et Jackson (1972), Allan (1973a et 1973b) et FAO (1965). Ces coûts sont valables à titre de comparaison, mais si l'on dispose de plus de données pertinentes, on peut en tenir compte dans le calcul des coûts pour obtenir des résultats correspondant mieux aux conditions locales. Les coûts s'inspirant de ceux encourus par une administration publique relativement efficace, et excluant les frais généraux de gestion ou les frais de déplacement du matériel, il faudrait, pour appliquer ces données à des opérations de type commercial, y ajouter des estimations chiffrées au titre des assurances, des patentes et des marges bénéficiaires. L'ère d'inflation que nous connaissons actuellement ne fait qu'accentuer le caractère historique de tous ces coûts. Pour rendre ces évaluations comparables et les mettre à jour, tous les prix indiqués dans le présent document ont été recalculés sur la base du coût, en 1975, de la main-d'oeuvre et du matériel au Nigeria. Pour ce qui est des tracteurs, il n'est pas tenu compte du fait qu'en 1975, ces machines étaient en général plus puissantes et avaient un plus grand potentiel productif que les modèles antérieurs. Les coûts de la main-d'oeuvre contractuelle ont été doublés, sur la base d'une augmentation de 100% des coûts de main-d'oeuvre en régie, mais il se peut que ce ne soit pas le cas en pratique. Ces évaluations de prix visent surtout à suggérer des options en matière d'aménagement et fournir une base raisonnable pour la planification des opérations et l'établissement de leurs budgets.

Arrachage et déssouchage

Un certain nombre d'études sur l'arrachage et le déssouchage ont été organisées:

(a) En premier lieu, en Guinée du nord

(i) pour évaluer le déssouchage manuel et l'arrachage par tracteur unique (Allan et Jackson, 1972; Allan et Akwada, 1973),

(ii) pour évaluer l'arrachage à la chaîne et par tracteur unique (Allan, 1973a; Allan et Akwada, 1974a; Savanna Forestry Research Station, sans date),

(iii) pour évaluer diverses engins d'arrachage mécanique ; (Allan et Jackson, 1972; Allan, 1973a; Allan et Akwada, 1974a et 1974b) et

(b) En second lieu, en Guinée du sud

(i) pour évaluer le défrichement à la chaîne et à la main sous contrat dans des conditions de végétation plus dense (Allan et Akwada, 1974b).

Le Tableau 1 donne les coûts et les temps de travail (T.T.) par hectare et par mètre carré de surface terrière (m^2 ST) pour une sélection d'essais.

Pour le travail à la chaîne, l'essai 1) au coût unitaire de 0,47 N/m^2 représente un haut niveau d'efficacité, alors que l'essai 2) avec des opérateurs non qualifiés et des tracteurs moins adaptés représente une efficacité moindre; un niveau raisonnable de rentabilité serait de l'ordre de 0,62 N/m^2. L'essai 3) visait à économiser sur la puissance et le coût moyennant utilisation de tracteurs plus légers. Vu l'excès d'humidité à l'époque de cet essai, on s'est heurté à des difficultés de traction et les résultats s'en sont ressentis. Cet essai a montré qu'un dispositif plus léger de travail à la chaîne permet de mener à bien le défrichement, mais qu'il n'en résulte aucune réduction du coût; il convient de le refaire dans des conditions climatiques plus favorables. L'essai 4) portait sur une végétation plus épaisse, en Guinée du sud, avec une surface terrière moyenne et une hauteur moyenne des arbres supérieures respectivement de 27% et 50% à celles du premier essai en Guinée du nord. L'essai n'a été que modérément efficace et le coût unitaire de 0,99 N/m^2 se rapproche du coût moyen des deux premiers essais si l'on applique un coefficient de 1,5 pour tenir compte du plus grand volume de bois de rebut. Tous ces résultats ne le cèdent en rien au 1er essai de 1965, pour lequel le coût unitaire estimatif serait de l'ordre de 3,30 N/m^2.

Arrachage par tracteur unique

Les essais 5,6 et 7 d'arrachage avec un seul tracteur ont donné des résultats comparables, avec des variations attribuables principalement aux différences d'efficacité des opérateurs et le niveau moyen de rentabilité envisageable serait de 1,50 N. L'essai 8), effectué avec un tracteur plus lourd a réduit de 28% la rentabilité, prouvant ainsi que, de par la nature de l'opération, le surcroît de puissance ne pouvait que nuire la rentabilité. Les essais de Barrot, en 1968, ont donné des chiffres de 26 N à 101 N/ha, mais ils ne peuvent donner lieu à des comparaisons directes car la densité de la végétation n'avait pas alors été calculée. Dans l'ensemble, les travaux d'extraction des souches ont été d'une haute qualité.

L'essai 9) a montré que le dessouchage manuel du couvert végétal en Guinée du nord, a exigé 7,7 journées d'ouvrier par m^2, soit 65 jours/homme par ha pour une surface terrière moyenne de 8,55 m^2/ha. Le travail a été dur et la main-d'oeuvre non spécialisée l'a trouvé pénible et fatigant. Les outils utilisés étaient adaptés au niveau des ouvriers mais certes pas idéals pour ce genre de travail. Le niveau de rentabilité se situerait en moyenne à 14,66 N/m^2. L'essai 10), avec un niveau de rentabilité de 22,86 N/m2, en végétation sud-guinéenne, est comparable à l'essai précédent si l'on applique là encore le coefficient de 1,5.

Si l'on compare dessouchage mécanique et manuel en Guinée du nord, il est évident que l'arrachage à la chaîne est le plus rentable, le coût unitaire s'établissant à 5,2% de celui du travail à la main et dans le cas de l'arrachage par tracteur unique à 10,2% de celui du travail à la main. Il en va de même en Guinée du sud où le coût de l'arrachage à la chaîne ne s'élève qu'à environ 4,3% de celui du travail à la main. Exprimés en superficie par prix unitaire, les mêmes données indiquent que pour le coût du défrichement d'un ha à la main, 10 ha peuvent être défrichés par tracteur unique ou 27 ha par la technique de la chaîne en savane claire, la proportion étant de 1:23 ha en savane du sud. A noter aussi que la mécanisation permet l'extraction d'un plus grand volume de racines et un dessouchage de meilleure qualité que les opérations effectuées à la main.

Ces chiffres indiquent aux responsables la rentabilité des diverses options qui leur sont offertes et il convient, dans le cas d'un projet particulier, de les considérer en fonction de l'ampleur et de la période d'exécution de l'opération. Pour justifier l'assemblage d'un dispositif d'arrachage à la chaîne, il faudrait prévoir un programme de défrichement à grande échelle portant sur plusieurs années. Des programmes même très grands peuvent être exécutés "à la main" mais il faut, en premier lieu, s'assurer que l'on disposera de la main-d'oeuvre et du personnel d'encadrement en temps utile et, en second lieu, peser les avantages sociaux amenés par la création d'emplois par rapport aux avantages financiers de solutions plus économiques. Pour des programmes à plus petite échelle, il se peut, compte tenu des frais de déplacement de l'équipement, qu'il soit parfois moins cher de défricher à la main ou avec un seul tracteur.

L'achèvement du défrichement en temps voulu est important car il conditionne les opérations ultérieures d'alignement en andains, de labour et de plantation. On constate que si l'on plante au tout début de la saison des pluies, le peuplement s'en trouve amélioré et prend plus vite. L'exécution du défrichement en temps voulu dépend du taux de productivité qui, à son tour, dépend du temps de travail dont on dispose et des moyens qu'on peut y consacrer. C'est ainsi qu'en partant du Tableau, on peut s'appuyer sur les taux de productivité suivants pour choisir les options qui permettront de mener l'opération à bien en fonction du temps et des ressources disponibles.

En une journée de travail d'environ 6,5 h., en savane du nord de la Guinée:

(i) 65 ouvriers peuvent défricher 1 ha; ou

(ii) un tracteur-chenille de 65 C.V. peut défricher 2,95 ha, avec un temps mort de 25% pour pauses et entretien; ou

(iii) un dispositif à chaîne peut défricher 33,2 ha, avec là encore un temps mort de 25%.

Les mêmes calculs peuvent se faire aisément pour d'autres opérations et d'autres zones. A noter que si la journée de travail d'un engin peut être facilement prolongée sans qu'en souffre son taux de productivité, il n'en va pas de même pour le travail manuel qui tend à être moins productif au-delà de la période normale.

La série d'essais d'alignement des andains à l'aide des diverses machines existantes a fait ressortir la supériorité du râteau frontal sur la lame du bulldozer (Allan et Jackson, 1972; Allan et Akwada, 1974b). Le râteau frontal ne bouleversant pratiquement pas le terrain, les andains contiennent moins de terre et brûlent mieux. Dans la végétation de savane plus dense des recherches ont été faites pour comparer, sur le plan de la rentabilité, l'alignement en andains linéaires et l'empilage en tas irréguliers. Dans ce dernier cas, les débris sont entassés autour des arbres plus gros, ce qui, en principe, réduit le volume de bois de rebut à déplacer. Bien qu'il n'y ait guère de différence dans le niveau de rentabilité, l'avantage en l'occurrence est que les tas sont apparemment plus serrés pour le brûlis et l'inconvénient, que la préparation du terrain est rendue difficile par la disposition irrégulière des tas, alors qu'elle est aisée entre les andains (Allan et Akwada, 1974b). D'une manière générale, l'espacement maximum entre ces derniers était de 50 m.

Le tableau 2 donne les taux et coûts de certains essais d'alignements des andains et d'empilage à la main. En savane plus claire, les essais 1) et 2) avec différentes marques de tracteurs, font apparaître des résultats semblables et donnent un coût unitaire moyen de 1,44 N/m^2. L'essai 3) montre que, dans cette végétation, le surcroît de puissance des tracteurs n'améliore pas la rentabilité. Là où la végétation est plus dense, en Guinée du sud, l'utilisation d'un tracteur lourd et le volume plus important du bois de rebut ont fait monter le coût unitaire à 1,98 N/m2, comme c'était prévisible.

Dans tous les cas, l'alignement mécanique des andains a été jugé beaucoup plus rentable que l'empilage à la main; le coût des opérations mécanisées n'a en effet été que de 9,2% à 11,7% de celui du travail à la main, pour différentes densités de végétation. C'est ainsi que, pour le coût d'un empilage à la main sur 1 ha, on peut, à l'aide d'un tracteur aligner des andains sur 8 et 12 ha environ, en Guinée du sud et du nord respectivement.

Préparation du terrain avant plantation

Bien que le terrain puisse être entièrement préparé à la main sur le petites parcelles, l'opération revient si cher et, pis encore peut-être, la qualité du travail est si mauvaise qu'on ne saurait raisonnablement envisager une telle méthode sur de grandes superficies. Des expériences montrent que l'on peut utilement employer des boeufs pour travailler le sol de petites plantations, mais la mise au point de méthodes recourant à cette énergie animale pour ce genre de travaux exigerait beaucoup de pratique et de temps. Pour ces opérations, le plus pratique est de faire appel à des tracteurs de types et de puissances différents et à divers engins de labour et de hersage. Le tableau 3 indique les coûts unitaires (N/ha) d'un certain nombre d'essais de labour de de hersage. Quelques-uns des taux de productivité recensés sont des moyennes établies à partir de recherches étendues (Allan, 1973b; Savanna Forestry Research Station, sans date).

En ce qui concerne le premier labour, les essais 1) et 2) effectués avec des tracteurs moyens à roues donnent des taux de productivité très différents, ce qui peut s'expliquer essentiellement du fait des variations dans la qualité des opérateurs et les conditions du sol. Le coût unitaire moyen est de 10,55 N/ha. Pour les essais 3) à 6) on a utilisé des tracteurs à chenilles et des charrues lourdes à disques "Rome". L'essai 4), opération spécialisée hautement rentable, peut se comparer directement à l'essai 6), dont la rentabilité a été moindre et dans lequel le tracteur a travaillé à la limite de sa puissance de traction avec une charrue TACH 12-30. Un coût unitaire moyen situé entre 11 N et 14 N/ha serait, en pratique, tout à fait envisageable et devrait pouvoir être encore amélioré. L'essai 5) confirme à nouveau que le surcroît de puissance ne se solde pas nécessairement par une meilleure rentabilité, le coût unitaire de 21,56 N étant plus du double de celui de l'essai 4) auquel on peut le comparer.

Si les tracteurs à roues et les outils à disques sont légèrement plus rentables que les engins à chenilles, la qualité de leur travail et la profondeur de leur labour sont moindres. Pour ce qui est des engins de labour plus lourds, la TACH 12.30 a donné le meilleur résultat de pénétration et a efficacement sectionné toutes les racines ou souches rémanentes. Bien que la charrue lourde donne des résultats différents de ceux de la charrue à disques, on constate que ce type de travail du sol convient généralement pour les plantations. Pour des opérations de labour à plus grande échelle. il est recommandé d'utiliser un tracteur-chenille de 70 à 80 C.V. avec la charrue TACH correspondante. Un petit essai avec un gros tracteur à roues de 100 C.V. et une charrue TMR a établi que l'attelage de travail ainsi obtenu était, pour le labour, tout à fait convenable et il faudrait procéder à d'autres expériences.

Une fois convenablement terminé le premier labour et le terrain bien dégagé, le discage préalable à la plantation se fait aisément. Les essais 7) et 8), du tableau 3, (qui reviennent à 8,17 N/ha environ) donnent des coûts unitaires semblables pour différentes charrues opérant sur une largeur de 2,1 m. Il n'y a guère de différence entre l'une et l'autre, mais le 34/20 s'est révélée, en pratique, légèrement plus résistante. Ces deux charrues peuvent, moyennant réglage et réduction du nombre de leurs disques, servir pour le désherbage entre les andains. L'essai 9), avec une M/F28 opérant sur une largeur de 3m, au coût unitaire de 3,57 N/ha, est rentable, a un taux élevé de productivité et constitue une solution acceptable lorsque l'ampleur de l'opération justifie le recours à un outillage spécial de hersage. Il en va de même pour la charrue pulvérisatrice TCW 20/24 de l'essai 10) qui a de loin façonné le mieux le sol pour la plantation; en réalité, son efficacité est telle, qu'il convient de ne l'utiliser qu'avec la plus grande prudence sur des terrains sujets à érosion.

En ce qui concerne les taux de productivité pendant les 75% de temps utile d'une journée de travail de 6 heures et demie, la charrue à 3 disques permet de travailler 2,4 ha et la charrue lourde TACH entre 2,9 et 5,0 ha., tandis que, pour le hersage avant plantation, les taux varient de 3,2 ha pour la 34/20 à 8,0 ha pour la herse TCW 40/24.

CONCLUSIONS

(i) Il est de toute évidence nécessaire de développer les plantations en savane nigériane (Allan et Ojo, 1974). Pour hâter ce développement, il faut procéder à des études et recherches qui permettent de dégager les meilleures façons d'exécuter les grandes opérations et de fournir des bases rationnelles à la planification des plantations et à l'établissement de leurs budgets.

(ii) L'établissement d'une plantation exige généralement que l'on commence par éliminer la broussaille et par préparer le sol. Bien que les opérations de défrichement ne soient pas particulièrement difficiles, elles exigent d'être soigneusement planifiées, tout d'abord pour veiller à ce que seuls soient défrichés les terrains voulus et ensuite pour assurer un échelonnement convenable des différentes opérations. L'établissement d'un calendrier rationnel à partir des données sur la densité de la végétation et sur la pluviosité de la région en question est indispensable à toute bonne planification.

(iii) Selon les chiffres résultant d'une série de recherches pour déterminer la rentabilité de diverses techniques de défrichement et de préparation du terrain:

(a) L'arrachage à la chaîne revient à moins de 5% du coût d'opérations comparables effectuées à la main.

(b) L'arrachage avec un seul tracteur ne revient qu'à environ 10% du coût de la même opération à la main.

(c) L'alignement mécanique des andains coûte de 9 à 12% de moins que l'empilage à la main.

(d) Le défrichement mécanique est rapide et permet d'accélerer l'établissement de la plantation.

(e) Le premier labour à l'aide d'un tracteur léger et d'une charrue à disques est de 4 à 32% plus rentable que si l'on utilise des tracteurs à chenilles plus lourds. La charrue lourde à disques améliore cependant la qualité du travail et permet de doubler le taux de rendement.

(f) Pour le hersage avant plantation, le coût unitaire des machines les plus rentables n'est que d'environ 43% de celui enregistré pour les machines les moins rentables, tandis que l'engin à chenilles le plus lourd a un taux de rendement double de celui des engins agricoles les plus légers.

Les résultats de ces essais indiquent quelques-unes des options ouvertes aux gestionnaires, mais le choix entre ces dernières exigent que l'on prenne en considération les ressources disponibles, l'ampleur de l'opération et la période pendant laquelle le travail doit être exécuté.

(iv) Pour les grandes plantations, les opérations mécanisées sont beaucoup plus avantageuses que d'autres solutions moins économiques. Il faut cependant tenir dûment compte des contraintes qui s'opposent à une mécanisation efficace dans un certain nombre de pays en développement (Creese, 1974): manque de pièces détachées, pénurie d'opérateurs qualifiés, insuffisance des moyens de soutien et absence de motivations. Faute d'éliminer ces obstacles en planifiant et en mettant sur pied une infrastructure appropriée, la mécanisation risque fort d'être impossible.

(v) En admettant que l'on ne tienne pas compte des avantages économiques considérables résultant de la mécanisation de l'arrachage et de l'empilage, on pourrait considérer que cette mécanisation supprime la possibilité d'un grand nombre d'emplois. Mais on ne saurait méconnaître ces avantages économiques et il se pourrait fort bien qu'en appliquant une mécanisation sélective à un projet marginal à fort coefficient de main-d'oeuvre, ce projet devienne non seulement rentable, mais aussi que les économies budgétaires ainsi réalisées permettent de l'accélérer et de l'élargir. Un projet de plantation rationnellement conçu et fondé sur une mécanisation sélective offrira sans doute à la longue plus de possibilités d'emploi soit directement, soit indirectement dans les industries de transformation, qu'un projet de rentabilité marginale à fort coefficient de main-d'oeuvre (Oluwasanmi, 1975).

BIBLIOGRAPHIE

Allan, T.G. 1973 — Land Clearing and Preparation Trials using Caterpillar, Fleco and Rome Equipment (1972). Research Paper 17 (Savanna Series) Fed. Dept. Forestry Research. Samaru 1973.

Allan, T.G. 1973 — Mechanised Cultivation Trials for Forestry Plantations in the Savanna Region of Nigeria. Research Paper No. 18 (Savanna Series) Savanna Forestry Research Station, Samaru 1973.

Allan, T.G. et Akwada, E.C.C. 1973 — Land Clearing and Preparation Trials at Afaka Forest Reserve using Massey Ferguson 400 Crawler Tractors and Rome Ploughs (1972). Project Working Document PO:NIR 64/516 Samaru 1973.

Allan, T.G. et Akwada, E.C.C. 1974 — Land Clearing in the Savanna Regions of Nigeria. Paper presented 2nd Nat. Conf. Agric. Engineering Nig. Zaria Aug. 1974.

Allan, T.G. et Akwada, E.C.C. 1974 — Land Clearing Trials at Mokwa Forest Reserve, North West State 1973/74. Paper presented 5th Ann. Conf. Forestry Assoc. Nigeria, Jos 1974.

Allan, T.G. et Jackson, J.K. 1972 — Land Clearing Trials at Afaka Forest Reserve. Paper presented at 3rd Ann. Conf. Forestry Assoc. of Nigeria Benin Nov. 1972.

Allan, T.G. et Ojo, G.O.A. 1974 — Prospects for Large-Scale Mechanised Plantation Development in the Savanna Regions of Nigeria. Paper presented 5th Ann. Conf. Forestry Assoc. Nigeria Jos.

Barrot, H.N. 1968 — A Mechanised Timber Plantation in the Derived Savanna Region of Northern Nigeria.

Barrot, H.N. 1970 — The Nimbia Timber Plantation Project. pp. 304-313 Proceedings Inaugural Conference Forestry Assoc. Nigeria, Ibadan.

Caterpillar Tractor Co. 1970 — Land Clearing. Printed in U.S.A.

Caterpillar Tractor Co. 1970 — Caterpillar Performance Handbook. Edition 2 Publ. Caterpillar Tractor Co. U.S.A. 1970.

Greese, W. 1974 — An Enquiry into the Serviceability and Failure Rate of Machinery in Tropical Developing Countries. Interim Report Nigeria Int. Dev. Research Centre, Ottawa.

FAO 1965 — Notes sur l'équipement forestier, C 14-56. FAO, Rome.

FAO 1975 — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines, par M.V. Laurie. Collection FAO: mise en valeur des forêts No. 19, Rome.

Iyamabo, D.E. et Ojo, G.O.A. Plantation Establishment Techniques in the Savanna Areas of
1971 Nigeria. Research Paper 10 Savanna Series Samaru 1971.

Olumwasanmi, H.A. Effect of Farm Mechanisation on Production and Employment in Nigeria.
1975 Invited Paper. Expert Panel on Effects of Farm Mechanisation.
Rome, February 1975.

Savanna Forestry Research Station. Unpublished records and reports.

Annexe A

BASE DU CALCUL DU PRIX DE REVIENT DES TRACTEURS, DU MATERIEL ET DE LA MAIN-D'OEUVRE POUR LE DEFRICHEMENT ET LA PREPARATION DU TERRAIN

Calcul du prix de revient des tracteurs à chenilles et du matériel associé

La méthode d'établissement des prix de revient est fondée principalement sur les Notes FAO C14-56 (FAO,1965) concernant l'équipement forestier. Les taux horaires de fonctionnement sont basés sur les coûts pour les services de gouvernement nigerian en 1975.

Base des calculs du prix de revient des tracteurs

I. L'estimation des éléments fixes du prix de revient est fondée sur le nombre d'heures, en prenant pour hypothèse:

(a) Un intérêt annuel moyen de 6%;
(b) Un prix de garage de 0,02 N à l'heure.

Assurance et taxe routière sont omises puisque le matériel gouvernemental en est dispensé.

II. L'estimation du coût de l'amortissement et des réparations est fondée sur les heures de fonctionnement supposées (H) pendant la durée de vie du tracteur (longévité moyenne). La durée de vie moyenne adoptée est, pour les tracteurs à chenilles, de 10.000 heures sur 8 ans et pour les tracteurs à roues, de 5 000 heures sur 5 à 6 ans.

(a) L'amortissement est calculé linéairement en divisant le prix d'achat net du tracteur (A) en 1975, par la durée de vie moyenne en heures, ou $\frac{A}{H}$. La valeur résiduelle est considérée comme nulle.

(b) L'estimation du coût des réparations par heure de fonctionnement, est exprimée par une fraction (r) de l'amortissement par heure de fonctionnement. Fondé sur l'expérience, c'est l'indice 1,0, pour une durée de vie moyenne.

III. Le prix de revient du fonctionnement des tracteurs est calculé comme suit:

(a) Le coût, par heure de fonctionnement, pour la consommation de gasoil est fondé sur des indices de performance moyens, le prix du gasoil étant de 0,46 N le gallon;

(b) Le coût du graissage est aussi établi sur les indices théoriques des notices d'entretien (Caterpillar Tractor Co., 1970b) et le prix courant des lubrifiants utilisés;

(c) L'estimation du coût additionnel d'entretien et de nettoyage est estimé à 0,10 N et peut être exclue des dépenses de fonctionnement et reportée au poste "opérateur".

IV. Salaires et dépenses annexes:

(a) Le salaire horaire du conducteur d'engin est basé sur l'échelle salariale définie en 1975 (Federal Tractor Driver), soit 3,75 N pour une journée de travail de 6,5 h. En admettant que seulement 75% du temps sera productif et en supposant que toutes les heures soient imputées au travail de conduite d'engin, cela donne au prix de fonctionnement horaire de 0,77 N. On suppose, de plus, que lorsqu'un conducteur de tracteur fait un travail autre que la conduite d'engin, son temps est imputé à cet autre travail.

(b) L'estimation des dépenses afférentes à la retraite, aux congés payés et aux congés de maladies correspond à 15% de IV (a), c'est-à-dire 0,12 N. L'estimation du coût du tracteur et du matériel, par heure est ventilée dans le tableau 4.

V. Le prix de revient des accessoires est établi comme celui des tracteurs, sous les rubriques I et II.

Etablissement du prix de revient des travaux effectués à la main

Le prix de revient du déssouchage à la main est fondé sur les tarifs effectifs de 1975 évalués comme suit:

(a) Le prix de la journée est établi sur la base de 2,02 N par homme, 7 heures de travail par jour du lundi au jeudi, 5 heures le vendredi et 6 heures le samedi, ce qui donne un total de 39 heures et une moyenne de 6,5 heures par jour sur une semaine de six jours. Une marge de 10%, représentant les jours fériés officiels, les absences autorisées et autres avantages amène le coût de la main-d'oeuvre par jour de travail, et par travailleur à 2,22 N;

(b) Le coût des outils manuels a été exclu.

Tableau 1. Estimation des taux et coûts d'arrachage en 1975 au Nigeria

Opération et Equipement	No. Ref.	Année d'essai	Coût/h (₦)	T.T./ha (minutes)	Coût/ha (₦)	Coût/ha ($EU)	T.T./m² S.T. (min)	Coût/m² S.T. (₦)	Coût/m² S.T. ($EU)	Zone Climatique
Arrachage à la chaîne										
2 tracteurs à chenilles de 180C.V. et chaîne	1	1972	37,88	7,19	4,53	7,36	0,75	0,47	0,76	Guinée du nord
2 tracteurs à chenilles de 180 C.V. et chaîne	2	1974	37,88	9,42	5,94	9,65	1,20	0,75	1,22	Guinée du nord
2 tracteurs à chenille de 125 C.V. et chaîne et 1 tracteur à chenilles de 85 C.V.	3	1974	32,10	23,00	12,30	20,00	2,58	1,38	2,24	Guinée du nord
2 tracteurs à chenilles de 180 C.V. et chaîne et 1 tracteur à chenille de 65 C.V.	4	1973	46,10	15,77	12,11	19,69	1,29	0,99	1,60	Guinée du sud
Arrachage avec un seul tracteur										
1 tracteur à chenilles de 65 C.V.	5	1971	8,05	114,6	15,37	24,99	11,93	1,60	2,60	Guinée du nord
1 tracteur à chenilles de 65 C.V.	6	1972	8,05	81,26	10,90	17,72	10,10	1,35	2,19	Guinée du nord
1 tracteur à chenilles de 65 C.V.	7	1973	8,05	102,60	13,76	22,87	11,39	1,52	2,47	Guinée du nord
1 tracteur à chenilles de 125 C.V.	8	1974	11,71	79,62	15,54	25,26	9,76	1,90	3,08	Guinée du nord
Déssouchage à la main										
main-d'oeuvre en régie	9	1971	-		145,41	236,43	-	14,66	23,84	Guinée du nord
main-d'oeuvre contractuelle	10	1973	-		276,00	448,78	-	22,36	37,17	Guinée du sud

Tableau 2. Estimation des taux et coûts d'alignement des andains en 1975 au Nigeria

Zone, Opération, Equipement	No. Réf.	Année d'essai	Coût/h. (₦)	T.T./ha	Coût/ha (₦)	Coût/ha ($EU)	T.T./m² S.T. (min)	Coût/m² S.T. (₦)	Coût/m² S.T. ($EU)
Zone Guinée du nord									
1 tracteur à chenilles de 65 C.V.	1	1971	8,05	79,56	10,67	17,34	11,01	1,47	2,39
1 tracteur à chenilles de 65 C.V.	2	1971	8,05	102,50	13,75	22,35	10,55	1,41	2,29
1 tracteur à chenilles de 90 C.V.	3	1971	11,71	94,08	18,36	29,85	9,56	1,86	3,02
Main-d'oeuvre contractuelle	4	1971	-	-	148,00	240,65	-	15,60	25,36
Zone Guinée du sud									
1 tracteur à chenilles 180 C.V.	5	1973	18,71	76,93	23,99	39,00	6,36	1,98	3,21
Main-d'oeuvre en régie	6	1973	-	-	204,00	331,70	-	16,90	27,47

Tableau 3. Estimation des coûts du travail du sol avant plantation

Opération matériel et	No. Réf.	Année d'essai	Coût/h (N)	T.T./ha (minutes)	Coût / ha (N)	Coût / ha ($EU)
Premier labour						
1 tracteur à roues 50 C.V. avec charrue à 3 disques	1	1972	5,23	139,10	12,12	19,70
1 tracteur à roues 50 C.V. avec charrue à 3 disques	2	1971	5,23	103,02	8,98	14,60
1 tracteur à chenilles 65 C.V. avec charrue à disques ROME 10-30	3	1972	10,21	72,61	12,35	20,08
1 tracteur à chenille 70 C.V. avec ROME TACH 12.30	4	1972	10,72	57,98	10,35	16,82
1 tracteur à chenille 80 C.V. avec ROME TRH 16.30	5	1972	23,18	55,81	21,56	35,05
1 tracteur à chenilles 65 C.V. avec ROME TACH 12.30	6	1974	10,72	102,18	18,25	29,67
Hersage avant plantation						
1 tracteur à roues 50 C.V. avec herse M/F 34/20	7	1972	5,41	91,62	8,26	13,43
1 tractor à roues 50 C.V. avec herse H/R 35/70	8	1972	5,49	88,41	8,09	13,15
1 tractor à roues 50 C.V. avec herse M/F 28/26	9	1974	5,53	38,82	3,57	5,80
1 tracteur à roues 70 C.V. avec herse ROME TACH 40/24	10	1972	11,87	36,78	7,27	11,82

Tableau 4. Estimation des prix de revient de fonctionnement, à l'heure, de certains matériels

Machine et/ou Matériel	Fonctionnement Annuel (Heures)	Longévité Prévue (Heures)	Prix de Revient Net (N)	Prix de Revient Horaire en N									Total en N
				Coûts irréductibles				Coûts de Fonctionnement			Conducteurs		
				Intérêt	Garage	Amortissement	Réparations	Carburant	Graissage	Nettoyage	Salaire	Autre	
Tracteur à chenilles 180 C.V.	1,250	10,000	63,350	1,52	0,02	6,33	6,33	3,28	0,24	0,10	0,77	0,12	18,71
Tracteurs à chenilles 65-70 C.V.	1,250	10,000	25,500	0,61	0,02	2,55	2,55	1,21	0,12	0,10	0,77	0,12	8,05
Tracteurs à roues 50 C.V.	900	5,000	6,600	0,22	0,01	1,32	1,32	0,37	0,08	0,10	0,77	0,12	4,31
Pulvérisatrice à disques 34/16	400	2,000	858	0,06	0,01	0,43	0,43	-	-	-	-	-	0,93
Chaîne	1,250	10,000	2,850	0,07	-	0,29	0,10	-	-	-	-	-	0,46

PLANTATION ET DESHERBAGE EN SAVANE

T.G. Allan
Département des Forêts, FAO, Rome, Italie

TABLE DES MATIERES

Le présent exposé s'inspire du chapitre 12 de "Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines" et les notes (FAO, 1975) qui suivent en complétant les sections correspondantes.

ESPACEMENT ET PIQUETAGE

Espacement

Les espacements recommandés en savane ont été déterminés généralement à partir d'études sylvicoles concernant essentiellement les taux de croissance et le port mais ils peuvent influer sur la rentabilité de la plantation. L'espacement détermine le coût des opérations de plantation, de regarni, de désherbage, d'élagage et d'exploitation et le rendement.

Plus l'espacement est réduit, plus il faudra de plants et plus les besoins effectifs par hectare seront élevés. Ces deux facteurs peuvent alourdir considérablement les frais de plantation. En revanche, lorsque le nombre d'arbres par hectare est plus grand, les pertes sont moins graves et le regarni est éventuellement inutile alors qu'avec un espacement plus grand, il faudra peut-être remplacer les plants morts. Plus l'espacement initial est réduit et plus vite se fermera le couvert, ce qui, à son tour, a un effet sur la durée du régime de désherbage. La suppression du tapis végétal par la fermeture du couvert diminue aussi les risques d'incendie. Un espacement plus large stimulera sans doute la pousse des rameaux entraînant des frais d'élagage plus élevés mais les arbres à élaguer seront en revanche moins nombreux. Les recettes que donne une plantation dépendent du volume et du rythme de production et il est évident que ces deux facteurs sont influencés par l'espacement.

Si le désherbage doit être mécanique, la première obligation est que l'espacement permette au tracteur et à l'outillage de passer entre les arbres. Les tracteurs spécialisés petits ou étroits ne sont pas d'un emploi rationnel à ce stade et le tracteur agricole courant exige un espacement minimum de 2,8 m. Ce point reconnu, le choix de l'espacement a essentiellement pour critères la réalisation d'un établissement rentable et la fermeture du couvert ou l'occupation du site dès que possible.

On peut planter en quadrillage, ce qui permet un désherbage mécanique effectué dans deux directions orthogonales, en diagonale ou bien avec un espacement réduit dans les lignes, ce qui permet un désherbage mécanique entre les rangs dans une seule direction. Les quelques hypothèses de coût ci-après donnent une idée des frais des différents espacements.

Option 1. Plantation d'eucalyptus, en quadrillage de 3 x 3 m (1111 plants à l'hectare) avec, au bout d'un an, désherbage autour du plant et désherbage mécanique dans les deux directions, entre les rangs.

Option 2. Plantation d'eucalyptus en lignes à 3 x 1,5 m (2222 plants à l'hectare) avec, au bout d'un an, désherbage en ligne et désherbage mécanique entre les rangs dans une seule direction.

Tableau 1. Coûts d'établissement indicatifs

Opération	Coûts à l'hectare			
	N	$ E.-U	N	$ E.-U
Plants	33,33	53,99	66,66	107,98
Plantation	7,26	11,76	14,50	23,49
Désherbage à la main autour du plant x 4	24,00	38,88	-	-
Désherbage à la main en ligne x 4	-	-	60,00	97,20
Désherbage mécanique entre les rangs	(a) 19,80	32,07	(b) 13,20	21,38
Total	84,39	136,70	154,36	250,05

(a) 6 désherbages mécaniques: 3 dans chaque direction à 3,31 N/ha.
(b) 4 désherbages mécaniques: tous dans une seule direction à 3,31 N/ha.

Dans cet exemple, en ramenant l'espacement de 3 x 3m à 3 x 1,5 m, on augmente les coûts pour la première année de quelque 83%. Il faudrait aussi chiffrer les avantages d'un espacement plus dense, par exemple, pas de regarni et choix plus grand pour les éclaircies.

Il est clair que l'espacement optimal dépend d'un certain nombre de facteurs, ce qui interdit de tirer des conclusions générales. En premier lieu, on est souvent tenu de choisir l'espacement qui, dans un milieu donné et selon les connaissances et les ressources disponibles, répondra en principe aux objectifs, alors que dans le secteur de la recherche, on étudie l'effet d'autres variations dans l'espacement et leur interaction avec d'autre facteurs.

Lorsque l'espacement a été déterminé, le piquetage doit répondre au tracé de la plantation et de la section. Il peut être nécessaire en région vallonnée, de suivre les courbes de niveau, mais en savane, la plantation en carré ou en rectangle est courante. Le marquage peut se faire avec un tracteur équipé d'une barre porte-outils et de dents; cette méthode exige toutefois un opérateur qualifié et on lui préfère habituellement le piquetage manuel. L'opération de piquetage peut aller du marquage de chaque point de plantation au piquetage en quadrillage et, dans ce dernier cas, on utilise des chaînes marquant chaque point de plantation dans les carrés. Pour un espacement de 3 x 3 m, il faut 1111 jalons/ha dans le premier cas, et à peine 3 jalons/ha dans le second.

Piquetage en quadrillage

Supposons un espacement de 3 x 3 m sur un sol soigneusement hersé et 6 jalons à disposition. Le piquetage est basé sur des carrés de 60 m de côté. (La longueur des côtés doit être un multiple de l'espacement choisi).

Outillage
Compas à prisme ou prisme à angle droit
2 maillets ou marteaux
Jalons (3 par ha)
1 chaîne de 60 m

Main-d'oeuvre
1 chef d'équipe et 4 manoeuvres au minimum
(2 pour la chaîne, 2 pour les jalons et les maillets)

Méthode
A partir du point de départ, tracer et piqueter un carré précis de 60 m de côté en utilisant le compas à prisme ou l'équerre d'arpenteur.
A partir de ces jalons, tracer 2 lignes de base orthogonales jalonnées tous les 60 m. En partant du carré initial et avec la chaîne, marquer dans les coins d'autres carrés de 60 m de côté jusqu'à quadrillage total du périmètre.

Il est important de vérifier périodiquement que les jalons sont bien fichés à un intervalle exact de 60 m. Il convient durant l'opération de contrôler la tension de la chaîne. Pendant le piquetage, il est important: premièrement, de laisser un espace pour le désherbage autour de la section et, deuxièmement, lorsque les sections ont moins de 60 m de côté, de ficher un nombre de jalons égal au multiple de 3 de manière à arriver à 60 m.

Rendement
Au Nigeria: de 4 à 5,0 ha/h en zones défrichées en Zambie; 2,25 ha/h en zones des termitières.

PLANTATION

Calendrier de la plantation

La plantation devrait être achevée au début des pluies et dans les meilleurs délais afin que les arbres soient bien établis avant que la saison sèche ne soit à son maximum. Il faut souligner l'importance d'une plantation bien faite et en temps voulu. La méthode zambienne qui consiste à commencer la plantation lorsque le sol est mouillé jusqu'à 30 cm de profondeur est empiriquement bonne.

Kawal (1975) a déterminé des dates de plantation fondées sur le début des pluies, suit:

(a) la première décade de l'année où les précipitations ont atteint au moins 2,5 cm, suivie de deux décades avec au moins la moitié d'évapotranspiration (calculée avec la formule de Penman en utilisant un coefficient de réflection de 25%).

(b) la décade pendant laquelle les précipitations annuelles cumulatives atteignent au minimum 100 mm en excluant toute décade pendant laquelle les chutes de pluie ont été inférieures à 10 mm.

Les exemples ci-après proviennent du Nigeria.

Tableau 2. Début de la saison des pluies dans certaines stations du Nigeria septentrional

Station	Date du début des pluies				Date estimative de plantation
	méthode (a)		méthode (b)		
	moyenne	la plus tardive 1/	moyenne	la plus tardive 1/	
Sokoto	7 juin	29 juin	22 juin	10 juillet	1er juillet
Maiduguri	22 mai	14 juin	5 juin	23 juin	14 juin
Samaru	12 mai	4 juin	26 mai	14 juin	5 juin
Kaduna	4 mai	26 mai	17 mai	5 juin	26 mai

Ces renseignements permettent de planifier la plantation et d'associer certaines opérations telles la préparation du sol et la production en pépinière. En ce qui concerne la plantation, il faudrait s'efforcer de l'achever dans l'espace de quatre semaines.

L'établissement d'une plantation en temps voulu est associé à d'autres facteurs tels l'application d'engrais, les régimes de désherbage et le rythme de croissance et peut avoir un effet sur leurs résultats mais il n'est pas facile de mesurer ces interactions. Des recherches à ce sujet ont été menées sur l'agriculture en savane et, dans le cas du maïs, on a constaté (Baker, 1975) une différence de rendement pouvant aller de 50 à 84% selon que l'ensemencement a eu lieu à la date optimale ou un mois plus tard dans des conditions particulières. On peut prévoir des tendances analogues pour les plantations forestières.

Transport des plants

Le poids des caissettes pleines est l'un des principaux facteurs influant sur le transport et la distribution. Les modèles suivants ont été utilisés au Nigeria pendant les essais.

1/ La date la plus tardive du début des pluies au seuil de probabilité 0.90 - c'est-à-dire celle avant laquelle les pluies commencent 19 années sur 20.

Tableau 3. **Poids des caissettes pour le transport des plants et différents types des pots en polyéthlène**

Type de caissette	Poids vide (kg)	Poids avec 15 grands pots (kg)	Poids avec 15 pots moyens (kg)
Plateau métallique 41 x 29 x 10 cm	1,10	28,5	14,7
Caissettes en bois 39 x 24 x 10 cm	1,53	29,3	15,1
Caissettes métalliques 41 x 28 x 5 cm	2,00	29,60	15,6

Grands pots : 25 cm de hauteur et 7,5 cm de diamètre
Pots moyens : 15 cm de hauteur et 7,5 cm de diamètre

L'effort nécessaire pour soulever et transporter des caisses contenant des grands pots d'un poids supérieur à 28 kg s'est révélé trop pénible pour qu'un homme le fasse en une journée. On a constaté que le plateau métallique qui contenait des pots moyens était d'un usage plus commode. On pourrait envisager, pour les zones sèches qui exigent l'utilisation de grands pots, des caissettes de dimensions moindres pouvant contenir de 9 à 10 plants.

Méthode de plantation

Lorsque l'on utilise des pots en polyéthylène le plant transféré sur le site avec son mélange de culture ne souffre pas trop du changement de milieu s'il a aoûté. La plantation peut se faire avec des engins mécaniques mais, en savane, un emploi bien conçu de la main-d'oeuvre est généralement préférable. L'efficacité de cette opération dépend pour l'essentiel d'une distribution des plants sur le site faite en temps voulu et de manière appropriée.

La plantation comporte les activités suivantes:

trouaison
distribution des plants sur le site
plantation

En effectuant un pré-hersage et en utilisant les outils manuels convenables, on peut combiner ces diverses activités de manière qu'une même personne puisse les effectuer en une seule opération. Cette méthode peut améliorer considérablement la productivité.

Une méthode de plantation répondant à certaines hypothèses est esquissée ci-après mais on peut aisément calculer et mesurer de nouveau les besoins et la productivité en portant d'autres hypothèses. Pour cette méthode de plantation les hypothèses sont:

(a) le terrain a été hersé et quadrillé (côtés de 60 m),
(b) l'espacement est de 3 x 3 m et
(c) les pots utilisés sont de taille moyenne: 15 cm de hauteur et 7,5 cm de diamètre; on a suffisamment de caissettes pleines sur le terrain.

Equipement: (a) chaine d'arpenteur de 60 m avec repères tous les 3 m,
(b) de 300 à 600 caissettes de plants contenant chacune 15 pots en polyéthylène,
(c) 19 truelles à plantes et
(d) un tracteur avec remorque pour transporter les plants

Main-d'oeuvre: 1 chef d'équipe, 1 conducteur de tracteur, 27 manoeuvres: (2 pour la chaîne), 19 pour planter et 6 pour distribuer les plants.

Méthode: Distribuer 20 plants par jalon. En utilisant la chaîne, 20 manoeuvres plantent sur des lignes parallèles distantes de 60 m. Lorsque ceci est fait, un peu plus du vingtième du périmètre est planté. Ces plants servent de bornes pour la plantation totale qui se poursuit à angles droits des lignes plantées et entre celles-ci.

Entre les plants-bornes de la ligne de départ et à chaque intervalle de 16 arbres, poser, tous les 3 m, 19 caissettes de plants. Pour commencer l'opération, placer la chaîne entre les plants-bornes de la ligne de départ qui indique aux planteurs les points de plantation situés tous les 3 m. Les planeurs font le trou et plantent avec la truelle. La chaîne est alors avancée de 3 m et l'opération est répétée. Lorsque chaque manoeuvre a planté 15 arbres, il va chercher une autre caissette pleine. Il poursuit jusqu'à achèvement du périmètre. Les caissettes vides sont enlevées et les pleines sont distribuées par avance à l'équipe de plantation. La tension de la chaîne doit être vérifiée.

Rendement: de 8,5 à 9,5 ha/jour - essais d'enseignement initial au Nigéria de 15 à 16 ha/jour sur la base des normes de temps en Zambie (avec mini-pots).

DESHERBAGE

A l'exception des zones en altitude ou à humidité abondante, il est en général préférable de commencer une plantation avec un régime de désherbage en plein tout en déterminant le degré de tolérance aux adventices des essences choisies. Il est tout aussi important de désherber en plein les placeaux d'essai et de recherche initiale car la présence des adventices annule souvent en partie ou complètement les résultats obtenus. Un désherbage en plein provoquera, dans la plupart des conditions et même hors des régions de savane, une croissance plus rapide et des rendements accrus mais il faudrait savoir si la valeur de la croissance supplémentaire dépassera les coûts de désherbage. Il est important de retenir un régime de désherbage qui empêche l'établissement d'un couvert herbacé épais car celui-ci est souvent difficile et extrêmement coûteux à éliminer.

Les principales méthodes ou associations de méthodes d'élimination des mauvaises herbes sont le désherbage manuel, mécanique ou chimique.

Desherbage total à la main

Le désherbage manuel en savane implique le travail du sol à la houe ou avec un outil analogue. Le raclage ne fait qu'abîmer les racines et peut produire une croûte du sol fâcheuse. Le rabattage des mauvaises herbes stimule généralement leur croissance et ne réduit pas la concurrence pour l'eau du sol (Chapman, 1973).

Les principales contraintes du désherbage à la main, surtout pour les opérations à grande échelle, sont l'importance et partant, le coût de la main-d'oeuvre. Selon des renseignements donnés par la Zambie, le désherbage d'un couvert herbacé très clair requiert 7,2 homme-jours par ha, celui d'un couvert abondant, 25 homme-jours/ha. Au Nigeria, le désherbage, d'un couvert herbacé abondant a exigé 32 homme-jours/ha. Le désherbage, toutes les cinq semaines, d'un couvert abondant sur un périmètre de 1000 ha exigerait entre 800 et 1100 personnes pendant la période de désherbage. Aux tarifs de 1975, chaque désherbage reviendrait de 55 ₦ (89 dollars) à 70 ₦ (113 dollars) par ha. D'une façon générale, il est rare que le désherbage à la main permette un travail du sol aussi intense qu'un désherbage mécanique.

Désherbage avec engin mécanique

Le désherbage mécanique ne touche que les interlignes et exige un désherbage à la main complémentaire de la zone adjacente aux arbres que l'engin n'a pas travaillé (Baker, 1975). Pour éviter d'endommager la culture arborée, le désherbage initial mécanisé ne devra pas s'approcher de plus de 30 à 45 cm des tiges et cette distance augmentera au fur et à mesure de la croissance des arbres. On peut désherber entre les rangs en utilisant un outillage tiré par des boeufs ou par un tracteur. Pour évaluer les différents types d'outillages mécaniques, on utilise comme unité de mesure de comparaison, l'"hectare de plantation travaillé " (ha P.T.), qui équivaut au périmètre effectivement travaillé à l'exclusion de celui qui doit être désherbé à la main, c'est-à-dire: longueur x largeur (en mètres) effectivement travaillées = 10 000 m2 = ha P.T. Toutefois, aux fins d'aménagement l'unité de mesure utilisée est l'hectare de plantation brute (ha P.B.) qui équivaut à un hectare d'arbres, c'est-à-dire: nombre d'arbres y compris celui des manquants traités = nombre d'arbres mis en place par hectare = ha P.B.

L'ha P.B. comprend la superficie à désherber à la main mais cette dernière variera en fonction de la largeur de l'outillage utilisé pour le désherbage entre les rangs.

Les essais faits avec des cultivateurs Ariana à dents souples tirés par des boeufs ont montré la validité de cette méthode pour le désherbage entre les rangs dans les régions du Nigeria septentrional, de la Guinée et du Soudan (Allan, 1972; Makin-Taylor, 1974). Il faut en moyenne de 94 à 141 min. à un attelage de deux boeufs pour désherber un ha P.B., ce qui, pour une journée de travail allant de 4 à 6 heures, représente un rendement de 2 à 3 ha. En supposant que les coûts aient doublé depuis 1971, ils atteindraient environ 3 ₦ (4,80 dollars) à 4 ₦ (6,40 dollars). (Le coût initial des boeufs aura plus que doublé durant cette période mais la valeur de la viande de boeuf aura augmenté légèrement plus). Le choix et le dressage d'un attelage de boeufs demandent beaucoup de soin et jusqu'à présent n'ont été faits qu'au niveau expérimental.

Un certain nombre d'essais d'évaluation d'une gamme d'outillages pour le désherbage ont été effectués au Nigeria et en Zambie (Allan, 1973; Deveria, 1972; Forest Department Zambia, 1971). Il ressort des colonnes 7 et 8 du tableau 4 que les herses présentent un meilleur rapport coût/efficacité que les rotovators et que M/F 34/16 est légèrement supérieure aux autres herses. On est parvenu à des conclusions similaires en Zambie. Le rendement moyen à l'essai du tracteur à roues de taille moyenne et de la herse est de 1,58 ha P.B./h (colonne 3); toutefois, le temps standard retenu en pratique est de l'ordre de 1,0 à 1,2 ha P.B./h. On peut pratiquer un désherbage mécanique entre les rangs dans une direction avec désherbage complémentaire en ligne ou bien dans les deux directions à angles droits avec désherbage complémentaire autour des arbres. En se reportant au tableau 1, on constate qu'un désherbage total dans une direction coûte 18,30 ₦ (29,65 $) alors qu'un désherbage autour de l'arbre et deux désherbages mécaniques à angles droits reviennent à 12,60 ₦ (20,41 dollars); sur une campagne, la différence de coût dépasse 67%. Ces chiffres ne sont pas directement comparables parce que le désherbage dans les deux directions équivaut à un double travail de 60% du périmètre et comme le fait remarquer Deveria (1972) un travail croisé fatigue le tracteur et l'outillage.

Tableau 4. Coût estimatif par hectare en 1975 d'un désherbage mécanisé entre les rangs

Tracteur et outillage	Coût de 1/ fonctionnement par heure ₦	T.T. par 2/ ha P.B. min.	Coût/ha P.B.		T.T. par 3/ ha P.T. min.	Coût/ha P.T.	
			₦	$ E.U.		₦	$ E.U.
M/F 165 + M/F 34/16 (herse)	5,24	37,75	3,29	5.33	45,30	3,96	6,41
M/F 165 + Howard 1.52 m (rotovator)	5,79	42,50	4,10	6.64	69,66	6,72	10,88
M/F 165 + Ransome HR 35 (herse)	5,67	42,73	4,04	6.54	51,27	4,84	7,84
M/F 165 + Ransome HR 29 (herse)	5,02	38,66	3,23	5.23	49,87	4,17	6,75

1/ Coûts de 1973 actualisés. Les frais de tracteur ont augmenté de 78% et les frais d'outillage de 29%.

2/ T.T. (temps de travail): pour un engin-tracteur, c'est le temps de travail total, en minutes, par superficie spécifique ou par engin; on le calcule en y ajoutant les temps de pause et de demi-tour.

3/ ha P.B. = hectare plantation brute, c'est-à-dire un hectare planté.
Pour le désherbage mécanique après mise en place, on parle d'unité "ha P.B." lorsque le nombre d'arbres y compris celui des manquants traités est égal au nombre d'arbres par hectare au moment de la plantation.

4/ ha P.T. = hectare de plantation travaillée. Dans une plantation, on parle d' "ha P.T." lorsque le périmètre travaillé calculé en multipliant la longueur par la largeur en mètres effectivement travaillées est égal à 10 000 m^2. (Dans le cas d'une opération de désherbage, le périmètre à désherber à la main est exclu).

D'innombrables études ont été menées à terme en Zambie (Forest Department, Zambia, 1977) concernant le désherbage à la main autour des arbres. On évalue le couvert végétal adventice d'après le nombre de coups de houe nécessaire pour désherber autour de chaque arbre:

très clair	:	moins de 10 coups de houe
clair	:	10/20 coups de houe
moyen	:	20/30 coups de houe
dense	:	30 coups de houe ou davantage par arbre

Tableau 5. Temps et rendements standard: désherbage par arbre

Poste et unité	Couvert herbacé			
	très clair	clair	moyen	dense
Temps standard en minutes	0.28	0.38	0.55	0.96
Temps par ha en minutes (3m x 3m)	311	422	611	1067
Rendement en homme-jours par ha	1.25	0.92	0.60	0.36

* Au Nigeria, un homme-jour = 6 heures

Les données du tableau 5 sont fondées sur une étude faite en Zambie (8), mais les études initiales faites au Nigeria indiquent qu'avec une surveillance suffisante et en tenant compte des températures plus élevées, on peut s'attendre à des rendements analogues. On peut aisément estimer, à partir de cette donnée, les rendements d'un désherbage en ligne. Les coûts de désherbage autour de chaque arbre varieraient de 1.76 ₦ (2.85 $) à l'ha dans le cas d'un couvert clairsemé à 6,11 ₦ (9,90 $) pour un couvert herbacé abondant.

Désherbage chimique

L'utilisation d'herbicides ou d'arboricides a été limitée dans de nombreaux pays, en partie par crainte des dommages causés par leur utilisation, notamment pour la santé des opérateurs, et de leurs effets nuisibles pour l'écologie. Nombre de ces dangers ont été exagérés (voir Dost et al., 1975, sur 2,4,5-T et T.C.D.D.) mais les débats ont pris un caractère passionnel et malgré les enquêtes qui ont abouti à l'accord d'utilisation, il n'est pas toujours facile de modifier l'opinion publique. Il est donc fondamental d'étudier attentivement les informations de base et l'emploi correct d'un herbicide chimique quelconque avant de l'introduire dans les pratiques de plantation (Barring, 1974).

Les principales circonstances appelant l'utilisation du désherbant chimique sont les suivantes:

i) main-d'oeuvre peu abondante,

ii) méthodes de désherbage actuelles inefficaces,

iii) terre sujette à l'érosion ou désherbage mécanique interdit à cause des blocs de pierre ou des affleurements,

iv) complément d'un désherbage à la main ou mécanique.

Il faut un vaste programme de recherche qui permettrait de coordonner les travaux entre les pays de savane. On pourrait utiliser les résultats agricoles obtenus car de nombreux problèmes sont communs aux deux disciplines. Le désherbage chimique sera-t-il aussi bénéfique du point de vue de la croissance et du rendement que ne l'est le désherbage par labourage - c'est là une question fondamentale pour la sylviculture.

BIBLIOGRAPHIE

Allan T.G. 1972 — Trial Use of Bullocks for Cultivation in the Establishment of Small Scale Plantations or Woodlots in Nigerian Savanna Areas. Proceedings Third ann. conf. Forestry Assoc., Nig., Bénin, 1972.

Allan T.G. 1973 — Mechanised cultivation trials for forestry in the savanna region of Nigeria. Research Paper (Savanna Series) No. 18, Samaru, 1973.

Backer E.F.I. 1975 — The effects of five inputs and their interaction on yield, and labour demand of field crops. Experimental Agric. Vol. 11 (295-304) published by the Cambridge University Press. 1975.

Barring U. 1974 — Treatment of young stands, chemical weed control. Appendix Div. 3 status paper. IUFRO Sym. on Stand Establishment. Wageningen, 1974.

Chapman G.W. 1973 — A manual on establishment techniques in man-made forests. Working Paper FO:MISC/73/3 FAO, Rome, 1973.

Deveria N. 1972 — Plantation Mechanisation in Industrial Plantations. Proj. Working Document FO:SF/ZAM 5. FAO, Rome, 1972.

Dost, eal. 1975 — Statement on 2,4,5-T and TCDD. Journal of Forestry Vol. 73 No. 7 pp 411 July 1975.

FAO 1975 — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines, par M.V. Laurie, Collection FAO: mise en valeur des forêts. Rome, FAO.

Forest Dep. Zambie 1971 — Provisional Standard Times for Industrial Plantations. Cyclostyled handbook, Ndola, 1971.

Kowal J. 1975 — Report on research proposals for the soil physics and soil chemistry sections of the Savanna Forestry Research Station. FO:DP/NIR/73/007. Rome, FAO

Makin - Taylor D.C. 1974 — Trial Use of Bullocks for Cultivation of Forestry Plantations of Misau N.E. State. Paper presented 5th ann. conf. For. Assoc. Nig., Jos. 1974.

NOTES SUR LE DESHERBAGE CHIMIQUE DANS LES PLANTATIONS EN SAVANE

par

J.B. Ball
FAO/UNDP High Forest Development Project
Ibadan, Nigeria

TABLE DES MATIERES

CARACTERISTIQUES DU DESHERBAGE CHIMIQUE

Avantages

1. Risques d'érosion réduit, par suite de l'effet de paillage;

2. En général, spécifique à un seul type de plantes adventices; et

3. Effets généralement plus durables que par les méthodes mécaniques.

Inconvénient

1. En général (mais pas toujours) plus coûteux que le désherbage mécanique;

2. L'époque à laquelle a lieu l'application est généralement un facteur important;

3. De grandes quantités de solvant doivent être amenées sur place (inconvénient cependant contrebalancé par des applications extrêmement faibles en volume); et

4. Toxicité.

DESHERBAGE DES PEPINIERES

Technique de la couche de semis stérilisée

On emploie du paraquat (non commercial "Gramoxone"). Les semis sont préparés avant la transplantation et arrosés pour favoriser la germination des plantes adventices avant la pulvérisation. Le paraquat est un herbicide à action générale qui tue tous les tissus verts; il n'est pas absorbé par les racines, aussi les plantes doivent-elles être jeunes (pas plus de 5 cm de haut).

Concentration: 1 l du produit/ha. Peut également être employé sur les chemins des pépinières.

Coût: Environ N 0,20 (US$ 0.32) par semis de 30 x 1 m; en général, moins onéreux que le désherbage manuel.

Toxicité: Très élevée par ingestion, mais rapidement inactivée dans la plupart des sols.

Fumigations

Bromure de méthyle. Tue les semences et les pathogènes des plantes adventices mais aussi les bactéries nitrifiantes; aussi faut-il utiliser un engrais soluble. Employé sous forme gazeuse avant transplantation.

Toxicité: Très élevée.

DESHERBAGE AU COURS DE LA PHASE D'ETABLISSEMENT

Dalapon

Spécifique des graminées. Particulièrement actif lorsqu'elles commencent à germer. Peut être mélangé avec du 2,4-D pour lutter également contre les plantes adventices feuillues.

Concentration: 6 à 10 kg d'ingrédients actifs/ha dans 100 l d'eau.

Coût: Environ N 15/ha (US$ 24/ha).

Toxicité: Faible.

Triazines

Simazine, atrazine, etc., agissent sur les jeunes pousses notamment par absorption par la racine. Quelques formules récentes sont plus solubles et agissent également par l'intermédiaire de la feuille; cependant, il est en général nécessaire de bien préparer le sol pour éliminer la végétation existante. Permettent de lutter contre la plupart des espèces sauf le maïs (sélectivité physiologique).

Concentration: 1 à 3 kg d'ingrédients/ha.

Coût: Environ N 15/ha (US$ 24/ha)

Toxicité: Faible

PLANTES LIGNEUSES

Bien que la plupart des plantations en savane soient réalisées après défrichage complet, des plantes lignueses peuvent cependant prendre naissance à partir des racines ou des graines. On utilise en général pour les combattre le 2,4-D et le 2,4,5-T ou, plus récemment, le piclorame. Ces produits tuent par pulvérisation sur les feuilles ou l'écorce mais peuvent également affecter de nombreuses espèces (notamment feuillus) utilisées pour le boisement des savanes.

Lorsqu'on n'a pas enlevé les souches, on peut éviter les rejets par l'utilisation de ces produits ou encore du sulfamate d'ammonium ou de l'arséniate de sodium. Cette dernière substance est très toxique. En général, les produits chimiques dilués dans l'huile pénetrent mieux dans les écorces.

MODES D'APPLICATION

1. Manuel. Pulvérisateur à dos, souvent doté de gardes pour éviter les dispersions. Peu onéreux à l'achat mais lent (1 à 2 ha par jour).

2. Tracteur. Plus rapide, cependant le sol peut être trop humide au moment le plus approprié à l'application. Danger de dispersion. 5 à 10 ha par jour.

3. Avion. Très rapide, mais nécessite des pistes et une infrastructure rapprochée. Indépendant de l'état du sol. Danger important de dispersion. 100 ha et plus par jour.

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

On trouvera d'utiles informations complémentaires sur le désherbage chimique dans le Manuel de désherbage "Weed Control Handbook". Les références complètes se lisent:

Fryer, J.D. et Evans, S.A. Weed Control Handbook, Vol. I, Principles. Blackwell, Oxford. 1970

Fryer, J.D. et Makepeace, R.J. Weed Control Handbook, Vol. II. Recommendations. Blackwell, Oxford. 1972

UTILISATION DES ENGRAIS DANS LES PLANTATIONS EN SAVANE

J. K. Jackson
Mae Sa Integrated Watershed and Forest Land Use Project
Chiang Mai, Thaïlande

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

C'est seulement au cours des deux ou trois dernières décennies que l'emploi des engrais dans les plantations forestières s'est répandu. Auparavant, on pensait que les engrais étaient trop coûteux pour être utilisés sur des cultures à maturation lente comme les arbres forestiers. On s'est maintenant rendu compte que, si la surface sans cesse plus réduite qui peut être consacrée aux forêts doit répondre aux besoins d'une population mondiale qui en même temps s'accroît et revendique un niveau de vie plus élevé, il faut aménager ces terres en vue d'une rentabilité maximale.

On y parvient en perfectionnant les pratiques culturales, en sélectionnant des essences forestières à plus hauts rendements et en les améliorant et, dans les circonstances appropriées, en appliquant des engrais.

Les engrais s'imposent principalement, dans deux situations, mais il existe aussi des cas limites entre les deux. La première situation se caractérise par le fait qu'on ne parvient pas à cultiver une essence de façon satisfaisante dans certains sites sans appliquer d'engrais. On peut citer par exemple l'eucalyptus qui a besoin de bore sur de nombreux terrains de la savane africaine et les pins qui ne croissent pas bien sur certains sols nigérians sans l'adjonction de phosphate. Dans ce cas le choix est simple: appliquer des engrais ou s'abstenir de cultiver ces essences sur de tels terrains. Par contre, on se trouve dans la deuxième situation lorsqu'on peut établir des plantations relativement satisfaisantes sans utiliser d'engrais mais lorsque leur application augmente les rendements. Dans ce cas, il s'agit d'une décision d'ordre économique; l'augmentation des rendements compense-t-elle la dépense supplémentaire, en tenant compte des intérêts ?

Les travaux de la Savanna Forestry Research Station (Centre de recherche sur la foresterie de savane) au Nigeria comprennent une série d'expériences sur l'emploi des engrais dans les plantations. Jackson en a donné un compte-rendu assez détaillé (1974). Des travaux effectués ailleurs dans la région de savane de l'Afrique ont été étudiés par Laurie (1975) pages 39, 111-112.

ESTIMATION DES BESOINS EN ENGRAIS

On dispose d'un certain nombre de techniques pour apprécier la nécessité d'appliquer des engrais. La carence des plantes en certains éléments fertilisants se traduit par des symptômes visibles tels que coloration anormale et déformation des feuilles et des tiges. Avec de l'expérience, on parvient souvent à reconnaître l'élément manquant, mais, si on réussit à le déterminer de façon relativement certaine, on ne sait toujours pas quelle dose de cette substance est nécessaire pour remédier à la carence. Egalement, il est fréquent que des plantations ne présentent aucun symptôme extérieur de carence en éléments fertilisants mais qu'elles aient des rendements beaucoup plus forts si on applique des engrais.

L'analyse pédologique est utile car elle donne des indications sur les éléments fertilisants qu'il serait vraisemblablement nécessaire d'ajouter. Toutefois, elle peut induire en erreur car certains éléments fertilisants peuvent être présents en abondance sans être pour autant assimilables par la végétation. Par exemple, certains sols du plateau Mambilla ont une forte teneur en phosphore; néanmoins les arbres qui croissent sur ces terrains ont une réponse marquée aux engrais phosphatés. Les différentes essences n'ont pas non plus les mêmes besoins en éléments fertilisants, et un sol qui a des réserves suffisantes pour une espèce peut n'être pas assez riche pour une autre.

Il peut être très utile d'étudier la teneur en éléments fertilisants des tissus végétaux mais, avant de se servir des résultats obtenus, il faut les comparer avec les quantités trouvées dans les tissus ligneux d'arbres dont on connaît l'état de santé et le rythme de croissance afin de déterminer des quantités optimales.

Les expériences de culture en pots peuvent donner des indications précieuses sur les carences probables en éléments fertilisants mais il est rarement possible d'extrapoler à partir des résultats de telles expériences pour passer directement à la pratique sur le terrain. Déjà le volume de sol disponible dans un pot est beaucoup plus petit que celui dont disposent normalement les racines d'un arbre pendant sa croissance.

Ainsi, c'est en fin de compte sur des expériences de terrain qu'il faut se fonder pour évaluer les besoins en engrais.

On peut ensuite établir une corrélation entre les résultats de ces expériences et ceux des analyses de sol et de tissus et faire des estimations plus poussées.

Pour les expériences sur le terrain, il est préférable d'adopter les dispositifs factoriels avec si possible au moins 3 taux d'application de chacun des éléments fertilisants à l'essai.

Cette méthode permet non seulement de voir quels sont les éléments fertilisants nécessaires mais également d'évaluer les doses optimales de chacun de ces éléments. Malheureusement, vu les vastes surfaces indispensables aux essais d'engrais sur le terrain en foresterie, il n'est souvent pas possible d'expérimenter plus de trois taux d'application, par exemple, de trois éléments fertilisants lors d'un même essai.

REPONSE DES DIFFERENTES ESSENCES AUX ENGRAIS

. Eucalyptus

La carence en bore est une cause courante de mauvaise croissance de l'eucalyptus dans de nombreuses régions de la savane africaine. Le premier à en donner une description a été Savory (1962), de Zambie. Les symptômes de cette carence sont la distorsion et la coloration anormale des feuilles, suivies par le dépérissement de la pousse apicale; ce dépérissement peut se reproduire pendant plusieurs années, jusqu'à ce qu'il ne reste plus finalement qu'un buisson à ramifications denses. Dans les cas moins graves, le dépérissement répété cause la distorsion du fût, ce qui réduit sa valeur.

On peut remédier à cela en appliquant du borate à 14% peu de temps après la plantation. Au Nigeria, une dose de 50-60 g par arbre s'est révélée adéquate, mais, en Zambie, il en faut au moins 57 g sur les sols peu profonds dans les régions où les précipitations sont faibles et 144 g sur les sables profonds ou dans les régions où les précipitations sont fortes (Laurie, 1974).

Il faut être prudent lorsqu'on applique du borate sur des sols très sableux de faible pouvoir tampon car, dans de telles conditions, il y a un très fort risque de toxicité du bore. Lors d'un essai fait sur des eucalyptus dans la région située au nord de Kano, l'application de borate a causé des dégâts considérables. Dans de telles circonstances, il convient d'essayer de très faibles doses en répétant l'application un certain nombre de fois.

Les eucalyptus répondent généralement aussi à d'autres engrais, notamment au phosphate, mais souvent également à l'azote. On observe fréquemment une forte interaction des deux éléments car l'azote en l'absence de phosphate a très peu d'effet et vice versa dans une certaine mesure, alors que, combinés, ils ont un effet beaucoup plus grand. En ce qui concerne les engrais azotés en particulier, de trop fortes doses peuvent être aussi nocives que des doses trop faibles.

Pour illustrer certaines de ces remarques, on a indiqué dans les tableaux 1-3 quelques résultats d'essais de fertilisation de culture d'eucalyptus au Nigeria.

En Zambie, Laurie (1974) signale qu'on a l'habitude d'appliquer un engrais composé NPK dans les proportions de 11:22:11 au taux de 57 g par plant. Cela équivaut à 14 g d'urée (ou 35 g de sulfate d'ammonium), 70 g de superphosphate et environ 12 g de muriate de potasse (KCl) par arbre.

Pins

Au Nigeria, on a constaté que le phosphate est l'élément fertilisant limitatif le plus courant et il y a beaucoup de sols auxquels il est essentiel d'ajouter des engrais phosphatés pour que les plants survivent et croissent de façon satisfaisante. La carence en phosphate se traduit par un rabougrissement typique des pins, peu de ramifications et une tendance du bout des aiguilles à prendre une coloration brune. Ces symptômes sont très semblables à ceux de la carence en mycorhizes et il est possible que l'effet du phosphate soit dû au fait qu'il stimule le développement des mycorhizes.

L'effet des engrais azotés est beaucoup plus faible et on a constaté que, sous certaines formes, en particulier l'urée, ils étaient nuisibles. Des exemples sont donnés dans les tableaux 4 et 5. A Mokwa, même avec application de phosphate, la croissance n'a pas été satisfaisante mais il convient de noter que les taux de mortalité ont varié de façon frappante.

On a noté des carences en bore chez les pins dans différentes parties d'Afrique mais jusqu'ici on n'a pas signalé d'essai fait dans une région de savane.

Teck (Tectona grandis)

Au Nigeria, sur les bons terrains, l'application d'engrais à cette essence a eu en général pour effet d'améliorer la croissance pendant les trois ou quatre premières années, après quoi les parcelles non fertilisées ont rattrapé les autres. Dans les sites défavorables, les engrais ont eu un effet marqué mais leur application n'a cependant pas permis aux arbres de croître de façon satisfaisante; ceux qui ont reçu des engrais ont eu une mauvaise croissance et, ceux qui n'en ont pas reçu, une croissance encore plus mauvaise.

Comme le teck est une essence à croissance relativement lente, il faudrait des augmentations de croissance considérables pour couvrir les coûts des engrais si l'on tient compte des intérêts jusqu'à la fin du cycle.

Gmelina arborea

Les résultats des essais effectués au Nigeria ont fait apparaître des variations considérables d'une station à l'autre. Dans certains cas, on a observé une réponse à l'urée mais pas au superphosphate, dans d'autres cas, l'inverse, alors qu'ailleurs encore il y avait une forte interaction des deux substances. Dans l'ensemble, les proportions qui ont donné les meilleurs résultats ont été $N:P_2O_5$ 5:4, l'azote étant appliqué sous forme d'urée.

Dans un groupe d'essais, ce mélange a permis une augmentation considérable de la croissance en hauteur durant la première année mais a causé un changement marqué de la couleur des feuilles, dont le limbe est devenu jaune vif tandis que les nervures et une bande étroite le long des nervures restaient vert vif. On pense que cela est dû à une carence en oligo-élément, ce qui illustre le fait qu'en éliminant un facteur limitatif, on peut permettre à d'autres de se manifester.

Neem (Azadirachta indica)

Quelques essais ont été effectués au nord de Kano sur un terrain sableux très défavorable. L'azote et le phosphate ont stimulé la croissance pendant les deux premières années mais cet effet ne s'est pas maintenu, et il est clair que les principaux obstacles à une bonne croissance étaient les mauvaises conditions physiques du site: un sable presque pur, extrêmement perméable. On a obtenu quelques résultats encourageants pendant les deux premières années en incorporant du fumier de ferme à la terre dans les trous au moment de la plantation.

TYPES D'ENGRAIS

On trouve sur le marché de nombreux types d'engrais et souvent le choix de l'engrais à employer dépend de ce qui est disponible localement. Le coût du fret représente une grande partie du coût des engrais. Si un engrais est largement utilisé dans le pays, il est probable qu'on l'importe par cargaisons entières (s'il n'est pas fabriqué localement) et il revient donc moins cher que si on doit en importer spécialement quelques tonnes. Cela veut

également dire que, dans les pays qui ne sont à proximité ni d'un port ni d'une source à partir de laquelle on peut fabriquer des engrais, il peut revenir considérablement moins cher d'utiliser des engrais très concentrés que des engrais moins concentrés. Par exemple, il peut être plus avantageux d'utiliser du superphosphate triple (45% de P_2O_5) que du superphosphate simple (18%) bien que le coût initial du premier produit soit plus élevé.

La teneur en éléments fertilisants des engrais du commerce est en général exprimée en pourcentage d'azote, de pentoxide de phosphore (P_2O_5) ou équivalent et d'oxyde de potassium (K_2O) ou son équivalent en potassium. (P_2O_5 contient 42% de P et K_2O contient 70% de K). Ainsi, un engrais composé de formule 11:22:11 contient l'équivalent de 110 g. d'azote, 220 g. de pentoxide de phosphore et 110 g. d'oxyde de potassium par kg. Cela permet de comparer les coûts des éléments fertilisants contenus dans les différents engrais.

Parfois, on trouve des sources d'engrais sur place. Par exemple, dans le nord de la Thaïlande, le phosphate naturel produit localement coûte 67 dollars la tonne, avec un contenu de P_2O_5 de 25%, alors que le superphosphate (18% de P_2O_5) coûte environ 270 dollars la tonne. Par unité de phosphore, le superphosphate coûte plus de 5 fois plus cher que le phosphate naturel.

Le phosphate naturel est un engrais "à libération lente", c'est-à-dire qu'il faut plusieurs années pour que le phosphate contenu devienne assimilable par les plantes (bien qu'on puisse accélérer ce processus en mélangeant du soufre au phosphate naturel finement moulu). Cela constitue parfois un avantage pour les arbres des forêts; ainsi, dans différentes parties du monde, d'autres engrais à libération lente sont mis à l'essai à relativement grande échelle comme sources d'azote, de bore et d'autres éléments mais on n'a pas fait grand chose dans la zone de savane africaine.

Certains engrais ont des effets secondaires qui risquent d'être nuisibles. On a déjà mentionné les effets nocifs de l'urée sur les pins. Le sulfate d'ammonium, appliqué pendant un certain nombre d'années, augmente l'acidité du sol; cela peut être sans importance pour certaines espèces d'arbres mais dangereux pour des cultures. Au contraire, le fait que le superphosphate contient un fort pourcentage de soufre sous forme de sulfate de calcium est dans certaines circonstances un avantage; on sait que le soufre fait défaut dans certains sols de savane.

METHODE D'APPLICATION DES ENGRAIS

La méthode la plus simple consiste à appliquer l'engrais en deux points de chaque côté de l'arbre à 15-30 cm du pied et de l'enfoncer dans le sol à la houe. (Si le terrain est préparé mécaniquement à la charrue à disques, l'engrais sera enfoui par la charrue au cours des opérations de désherbage). Dans le cas d'application de borate et de chlorure de potassium en particulier, il faut éviter que le feuillage de l'arbre ne soit mis directement en contact avec l'engrais.

L'engrais doit être appliqué quelques semaines après la plantation et, si c'est possible, durant une période relativement sèche de préférence.

BIBLIOGRAPHIE

Jackson, J.K. 1973 — Some results from fertilizer experiments in plantations. Savanna For. Res. Stn., Samaru Res. Paper 21.

Jackson, J.K. 1974 — Savanna Forestry Research Station, Nigeria Silviculture and Mensuration. FO/SF/NIR 15 Tech. Rep. 7.

Laurie, M.V. 1975 — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines. Coll. FAO: Mise en valeur des forêts No. 19 - Rome pp. 39, 111-112.

Ojo, G.O.A. & Jackson, J.K. 1973 — L'emploi d'engrais en sylviculture dans les régions tropicales sèches. Colloque international FAO/IUFRO sur l'utilisation des engrais en forêt, Paris, décembre 1973.

Savory, B.M. 1962 — Boron deficiency in eucalyptus in northern Rhodesia. Empire For. Rev., 41:118-126.



La déficience du Bore est une cause commune de mauvaise croissance des eucalyptus sur beaucoup de sols de savane. Sans addition d'engrais boratés, il ne serait pas possible d'obtenir des plantations d'*Eucalyptus tereticornis* comme celle-ci (3 ans et fermeture des cîmes) à Afaka, Nigeria.

Tableau 1

EFFET DES ENGRAIS SUR EUCALYPTUS CAMALDULENSIS
PLANTATION: 1967 A KABAMA, ZARIA. EVALUATION: SEPT. 1972
SURFACE TERRIERE MOYENNE m^2/ha

Superphosphate	Surf. terrière moy. 0	28 g	57 g	Moyenne
0	6.7	8.4	10.4	8.5
57 g	9.2	9.1	11.9	10.1
113 g	8.5	10.5	10.6	9.9
Moyenne	8.2	9.3	11.0	

plus petite différence significative dans le tableau = ± 2,25

plus petite différence significative marginale = ± 1,30

L'urée n'a pas eu d'effet significatif lors de cet essai.

Tableau 2

EFFET DES ENGRAIS SUR EUCALYPTUS CITRIODORA
PLANTATION: 1965 A MAIRABO, ZARIA. EVALUATION: SEPT. 1969
SURFACE TERRIERE MOYENNE m^2/ha

Superphosphate	Sulfate d'ammonium 0	113 g	227 g	Moyenne
0	4.9	4.9	5.3	5.1
113 g	5.6	8.0	5.5	6.4
227 g	6.7	11.5	6.7	8.4
Moyenne	5.8	8.2	5.9	

plus petite différence significative dans le tableau = ± 2,98

plus petite différence significative marginale = ± 1,72

Pas d'adjonction de borate. Le chlorure de potassium n'a pas eu d'effet.

Tableau 3

EFFET DES ENGRAIS SUR *EUCALYPTUS TERETICORNIS*
PLANTATION: 1971 A AFAKA. EVALUATION: MARS 1972
HAUTEUR MOYENNE cm

Superphosphate	Sulfate d'ammonium 0	100 g	200 g	Moyenne
0	158	190	152	167
100 g	171	189	191	184
200 g	172	212	207	197
Moyenne	167	197	183	

plus petite différence significative dans le tableau = ± 32

plus petite différence significative marginale = ± 18

Tableau 4

EFFET DE DIFFERENTES FORMES D'AZOTE SUR *PINUS CARIBAEA*
A AFAKA. PLANTATION: JUILLET 1969, MESURE: MARS 1972

Engrais azoté	Phosphate absent		Phosphate présent		Moyenne	
	Morts %	Haut. moyenne m	Morts %	Haut. moyenne m	Morts %	Hauteur m
Néant	12	1.17	6	2.45	9	1.81
Urée	30	1.04	33	2.45	31	1.74
Sulfate d'ammonium	16	1.10	5	2.77	10	1.94
Chaux-azote	34	1.14	5	2.62	20	1.88
Moyenne	23	1.11	12	2.57	18	1.84

plus petite différence significative de 2 = hauteurs indiquées dans le tableau ± 0,29 m

Tableau 5

EFFET DU SUPERPHOSPHATE SUR LA CROISSANCE DE *PINUS CARIBAEA* A MOKWA. PLANTATION: 1969. EVALUATION: PRINTEMPS 1972

Superphosphate, g/arbre	Séries de sols: limon sableux de Kulfo		Séries de sols: Sable limoneux de Takumab	
	pourcentage de survivants	hauteur moyenne m	pourcentage de survivants	hauteur moyenne m
0	12	1.1	21	.81
100	71	1.9	50	1.0
200	66	1.8	52	1.5
plus petite différence significative		± 0.48		± 0.49

ESSENCES, TECHNIQUES ET PROBLEMES CONCERNANT LES ZONES SEMI-ARIDES (REGION DU SAHEL)

J.C. Delwaulle
Centre technique forestier tropical
Nogent-sur-Marne, France

TABLE DES MATIERES

Le problème est si vaste que nous avons décidé de n'aborder que quelques points du sujet en traitant trois cas particuliers.

REALISATION TECHNIQUE D'UN BOIS DE VILLAGE

Un bois de village est un boisement de faible superficie (en général moins de 5 ha) dont la réalisation est confiée aux villageois avec le concours technique de l'administration forestière.

Phase de sensibilisation

La première phase de la réalisation est la sensibilisation de la population et elle consiste à expliquer aux villages concernés l'objectif poursuivi, la définition de leur participation, la propriété de la réalisation (en général le village).

Pour une opération d'assez grande envergure cette phase de sensibilisation nécessite la participation des cadres administratifs, de la chefferie coutumière, des agents forestiers et des animateurs ruraux.

Le choix du terrain

Le problème du choix du terrain est particulièrement délicat car la plantation ne peut être réalisée avec succès que sur un terrain agricole alors que les villages ont une tendance naturelle à vouloir donner des terrains de peu de valeur agronomique. Il est alors absolument nécessaire de refuser un tel terrain et de rechercher un compromis, quitte à diminuer la surface initialement prévue.

Le débroussaillage

Il est évidemment réalisé manuellement et il passe par les phases éventuelles suivantes (s'il ne s'agit pas d'un terrain précédemment cultivé):

- coupe des arbres sur l'ensemble de la parcelle
- extraction des souches
- mise en stère et dégagement de souches

Les temps sont évidemment variables selon la nature de la végétation. Dans une savane moyennement dense à Combrétacées sous l'isohyète 600 mm il faut compter environ 85 homme-jour/ha.

Le piquetage

La nécessité d'un piquetage fignolé n'est pas impérative mais il est cependant nécessaire que la distance entre arbres soit approximativement de 4 mètres. C'est pourquoi il sera bon de faire effectuer cette opération sous le contrôle d'un agent forestier.

Le travail du sol

Il est indispensable de passer par le travail manuel du sol lorsqu'on effectue un bois de village, le travail mécanique n'étant pas justifié pour des opérations de faibles envergure et l'objectif bois de village est d'autre part de faire réaliser l'opération par les villageois.

Deux types de travaux sont alors effectués:

A. - Un binage du sol sur la totalité de la surface, cette opération n'ayant pour but que de faciliter l'emmagasinage des premières pluies par le sol. Il est réalisé grâce aux outils agricoles traditionnels.

- La trouaison au niveau de l'emplacement de plantation.

De nombreux essais de travail manuel du sol ont été réalisés dans le Sahel afin de comparer ceux qui étaient les plus efficaces. Les techniques mises au point dans les zones sèches d'Afrique du nord (bourrelet, taupinière, etc.) ont en particulier été testées et se sont révélées inefficaces. Nous donnons ci-dessous la description sommaire d'un de ces essais:

Essai réalisé au Niger en 1972, pluviométrie totale de l'année: 281 mm

Cinq traitements correspondant à cinq types de travail du sol:

A témoin (trou de la taille du pot)
B Trouaison 60 cm x 60 cm x 80 cm
C Trouaison 40 cm x 40 cm x 40 cm
D Taupinière
E Butte + fossé

Dispositif monoarbre, 250 répétitions soit 1250 plants mis en place à 3,50 m x 3,50 m
Espèce utilisée : Eucalyptus camaldulensis 8411
Plantation les 11 et 12 juillet 1972

Résultats à la fin du mois de Novembre 1972:

TRAITEMENT	A	B	C	D	E
Pourcentage de reprise	86,8	96,4	93,6	59,2	79,6
Hauteur en cm des plants vivants	104	117	109	105	106

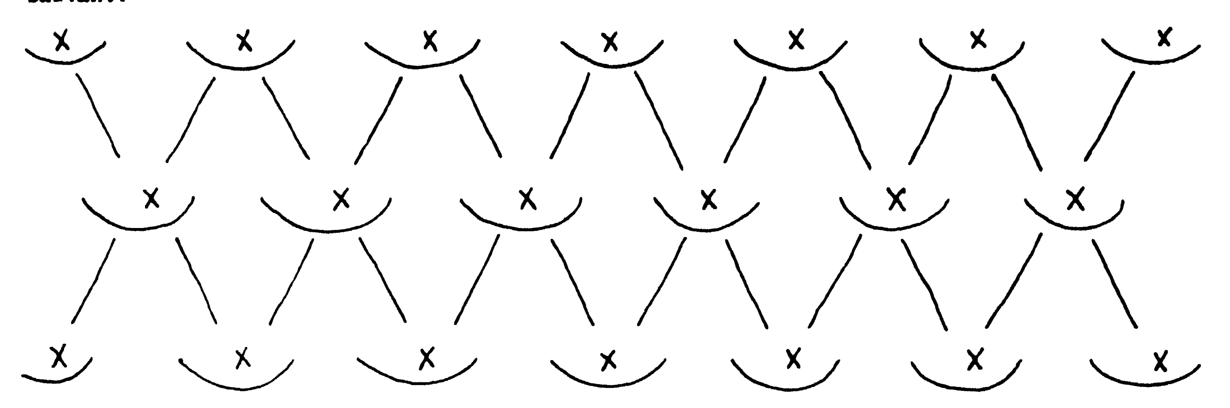
La réponse de cet essai, comme d'autres est la suivante: En zone sèche, c'est la méthode du grand potet qui donne les meilleurs résultats.

Les prix de revient ou les temps de travaux sont très variables selon les types de sol auxquels on a affaire. Il faut compter que sur un sol de moyenne difficulté, le nombre de trous de 60 cm x 60 cm x 60 cm réalisés par homme et par jour est compris entre 10 et 25.

Le trou est rebouché par la suite et il n'est pas nécessaire d'attendre les premières pluies pour le faire.

Les arêtes de poisson

En zone sèche, il faut que la majorité de l'eau tombée sur la parcelle s'infiltre et que les pertes par ruissellement soient réduites au maximum. Parallèlement, il est souhaitable, si cela est possible, de concentrer l'eau au niveau des plants, ce qui peut en particulier leur permettre de résister à une période de sécheresse suivant la plantation. Ce sont les raisons pour lesquelles il a été mis au point un dispositif nommé "arêtes de poisson". Sur le terrain en pente (même légère) il est réalisé un léger bourrelet de terre (10 cm de haut) en aval des plants ce qui réalise au niveau de chaque plant une cuvette de retenue d'eau. Deux rigoles relient chaque cuvette aux deux cuvettes situées immédiatement en aval. Dans le cas d'une plantation en quinconce on obtient le dispositif suivant:



Ce dispositif s'est révélé parfaitement efficace et il concentre effectivement bien l'eau au niveau des plants.

Dans un tel dispositif, nous avons mesuré la teneur en eau du sol au niveau d'un plant et entre deux plants. Nous avons obtenu les chiffres moyens suivants un mois après la fin de la saison des pluies:

- au niveau du plant : 4,92 %
- entre deux plants : 4,11 %

Des différences notables se maintiennent jusqu'à 6 mois après la cessation des pluies.

La réalisation de cette opération est là aussi purement manuelle et elle ne nécessite qu'un nombre d'homme-jour relativement limité: 15 à 20 par hectare. Elle doit cependant être bien expliquée avant la réalisation.

La clôture

Dans toute plantation en zone sèche, la clôture est un élément fondamental conditionnant la réussite de la plantation. Lorsqu'elle est inexistante, mal faite ou non entretenue, le bétail ne tarde pas à pénétrer et c'en est rapidement fini de la plantation qui peut avoir disparu en quelques heures.

Plusieurs solutions s'offrent pour la réalisation d'une clôture: fil de fer barbelé, grillage, haie vive, mais nous n'envisageons ici que la solution la plus rustique ne nécessitant aucune mise de fond: la zeriba, il s'agit d'un enchevêtrement de branches d'épineux maintenues par des piquets en bois. Lorsqu'elle est bien faite, son efficacité est absolue mais il est nécessaire d'assurer son entretien. La réalisation d'une zeriba de 1,000 m nécessite environ un travail de 180 homme-jour.

La plantation

Lorsque cela est possible, il est encore nécessaire, avant la plantation, d'effectuer un traitement antitermites réalisé généralement avec de la dieldrine. L'intervention d'un service technique est alors nécessaire et nous ne développerons ce point d'autant que les dégâts des termites dans les zones sèches sont généralement assez limités et les termites sont souvent incriminés faussement car ils apparaissent souvent pour dévorer le bois mort d'un plant mort pour une autre raison.

La plantation doit impérativement être effectuée lorsque les pluies sont installées. L'expérience prouve que ceci est généralement réalisé aux alentours du 15 juillet. A notre sens il est toujours trop risqué de planter en juin et il est trop tard de planter en août et la meilleure période de plantation est, dans au moins 90 cas sur 100 comprise entre le 15 et le 30 juillet.

En zone sèche il est à notre sens toujours nécessaire de planter des plants préparés en pots (voir le document "Mélange des sols, utilisation de récipients et autres méthodes de culture", page 106). Selon la nature du sol on fera appel au Neem (Azadirachta indica), au Cassia siamea, au Prosopis chilensis, au Parkinsonia aculeata, à certains Acacias africains (A. nilotica var. adansonii, A. seyal, A. nilotica var. nilotica, A. tortilis, etc). Ces plants seront fournis par la pépinière forestière la plus proche. La plantation est une opération facile mais qui nécessite quelques explications aux paysans (coupe du fond de pot notamment). Elle est relativement très rapide puisqu'elle ne nécessite au maximum que 8 homme-jour/ha.

Les entretiens

Il est malheureusement souvent arrivé, en zone sahélienne, que les plantations effectuées dans de bonnes conditions ne soient pas entretenues faute généralement de crédits ou de suivi de l'opération. Même si ces plantations ne sont pas ravagées par les feux, leur croissance est alors très faible du fait de l'énorme concurrence herbacée et les plants forestiers souffrent et meurent du fait de la concurrence pour l'eau.

Deux entretiens doivent être effectués au cours de la première année de plantation; l'un au cours de la saison des pluies, avant la montée en graines des graminées, dans la première quinzaine du mois d'août, la seconde dès la fin de la saison des pluies, dans la première quinzaine d'octobre. L'entretien de fin de saison des pluies doit être répété aux années 2 et 3. L'entretien au cours des années ultérieures nous semble souhaitable mais n'est pas impératif. Cet entretien est effectué à l'aide d'outils agricoles traditionnels (daba et hilaire en particulier).

QUELQUES DONNEES SUR L'ACACIA ALBIDA

L'Acacia albida, le gao des haoussas, le cadde des Wolofs, le balanza des Bambaras, le Zaanga des Mossis, le tchaski des Peuls est un arbre répandu dans de nombreuses zones agricoles de la zone sahélo-soudanienne.

Il est un auxiliaire précieux des agriculteurs puisqu'il enrichit le sol et que, défeuillé en saison des pluies, il ne gêne pas la culture. Cette caractéristique a été reconnu depuis très enrichit le sol et que, défeuillé en saison des pluies, il ne gêne pas la culture. Cette caractéristique a été reconnu depuis très longtemps et il a bien mérité le nom d' "arbre miracle" qui lui a été attribué.

Nous voulons ici donner seulement quelques indications sommaires sur l'intérêt de cette espèce et donner un devis approximatif du coût d'une plantation dans les pays d'Afrique sèche francophones en espérant que de nombreuses questions seront posées au sujet de cette espèce.

L'Acacia albida et l'agriculture

Les expérimentations entreprises par l'I.R.A.T. au Sénégal ont mis en évidence l'action bénéfique de l'*Acacia albida* sur les sols. Les accroissements sous l'*A. albida* étaient:

7% pour la teneur en argile
134% pour la teneur en phosphore assimilable
60% pour le taux de carbone total
43% pour l'humidité équivalente, donc la capacité en eau
100% pour l'azote total
100% pour le taux de calcium échangeable
70% pour le taux de magnésium échangeable

Au Niger les mesurages par l'O.R.S.T.O.M. ont indiqué que l'augmentation de certaines teneurs sous *Acacia albida* correspondrait aux quantités suivantes exprimées en engrais et amendements:

fumier artificiel .... 50 à 60 t/ha (300 kg Azote organique)
chlorure de potassium .... 50 kg/ha 24 kg de potassium)
phosphate bicalcique .... 80 kg/ha 31 kg de P_2O_5 soluble et 25 kg de Ca)
dolomie ....125 kg/ha 15 kg de Mg et 25 kg de Ca)
chaux agricole ....100 kg/ha 43 kg de Ca)

Les explications de l'amélioration des sols sous l'*A. albida* sont les suivantes:

a) décomposition des feuilles très active au démarrage des cultures;

b) fertilisation par le bétail qui séjourne sous l'Acacia du fait de l'ombrage;

c) freinage de la dessication par le vent, de l'évapotranspiration en saison sèche, du lessivage par les pluies, des variations de températures en toutes saisons;

d) possibilité de fixation d'azote atmosphérique;

e) remontée d'éléments fertilisants très profonds (en relation avec le point 1).

L'action fertilisante et améliorante de l'*A. albida* sur les sols est benefique aux cultures. Dans les placeaux d'expérience de l'I.R.A.T. au Sénégal, les chiffres moyens des rendements de mil ont été de:

a) 600 kg hors couvert (production traditionnelle)

b) 1 000 kg à 5 m de *A. albida*

c) 1 700 kg à moins de 5 m du fût des *A. albida*

Il est possible d'obtenir des rendements 3 fois supérieurs à ceux du champ nu.

L'Acacia albida et l'élevage

L'*A. albida* a une bonne valeur fourragère. Les feuilles sont assimilables quant aux matières protéiques, à un fourrage d'excellente qualité.

Les gousses, pour un peuplement de 60 acacias ha peuvent donner une production de 400 à 600 kg, ce qui équivaut à une sole de fourrage entre deux hivernages.

Devis de plantation

La plantation d'un hectare d'Acacia albida, à raison de 100 pieds disposés à l'écartement 10 m x 10 m, de préférence en quinconce, revient à environ 30.000 francs CFA. Cet écartement est optimum. Réduit à 50 arbres à l'hectare par perte à la reprise, sélection naturelle ou éclaircie artificielle, il permet de couvrir le sol sans apporter de gêne sensible à la culture attelée.

- Elevage 100 plants produits en pépinière en gaines de polyéthylène	3 500
- Délimitation du terrain, préparation du sol et piquetage:	
10 hommes-jour à 400	4 000 1/
2 hommes-jour à 600	1 200
- Transport des plants de la pépinière à la plantation, répartition sur le terrain (en véhicule tout terrain)	5 100
- Plantation proprement dite	
3 hommes-jour à 400	1 200 1/
- Petit outillage	1 000
- Surveillance et protection contre le bétail	
1ère année	5 000 1/
2ème année	5 000
3ème année	4 000
TOTAL F. CFA	30 000

Répartis comme suit:

1ère année	21 000 F
2ème année	5 000 F
3ème année	4 000 F

QUELQUES IDEES SUR LE GOMMIER, ACACIA SENEGAL

Comme pour l'Acacia albida il serait possible de discuter durant des heures sur le Gommier. Nous ne voudrons ici donner quelques-unes de nos idées sur les diverses possibilités d'action qui s'offrent au forestier de la zone sahélienne vis-à-vis du développement de la gommeraie.

1/ Ces prix peuvent être éventuellement réduits si, comme cela est souhaitable, on intéresse directement les paysans à l'opération (primes de reprise).

Organisation de la cueillette de la gomme

La récolte de la gomme est généralement effectuée par des pasteurs nomades et cette récolte dépend en particulier de l'existence d'un marché. C'est ainsi qu'il y a un peu plus de vingt ans la production gommière d'un pays comme le Tchad était insignifiante et de toutes manières inférieure à 100 tonnes/an. C'est alors que fut mis sur pied une campagne de sensibilisation dans les départements du Ouaddaï et du Biltine et que fut institué un organisme d'achat de la gomme à un prix fixé annuellement. Il se produisit alors un développement important de la gomme au Tchad et la production monta alors aux alentours de 2000 tonnes vers les années 65 - 68.

Depuis cette date, on a constaté une chute spectaculaire de la production gommière du Tchad qui oscille maintenant vers les 200/300 tonnes. Il est certain que la sécheresse de ces dernières années est responsable pour une bonne part de cette diminution mais celle-ci a été accélérée par la disparition presque complète de la sensibilisation et par un prix d'achat non incitateur ce qui fait qu'une partie de la production a dû être écoulée en fait au Soudan.

Partout où des peuplements naturels de gommiers existent, la première action à développer porte donc sur la sensibilisation de la population au produit, à l'organisation du marché et à la détermination des prix incitateurs.

Sauvegarde des peuplements naturels

Le gommier est une essence pionnière qui s'installe sur les terrains abandonnés, notamment à l'emplacement des anciennes cultures. La gommeraie est alors un peuplement à peu près pur, équienne, qui grandit, vient en production vers l'âge de 5 ans et ce jusque vers 25 ans, vieillit et meurt vers 40 ou 50 ans. Il n'y a alors en général pas de régénération naturelle sous gommier. Ceci fait que les gommeraies en pleine phase de production classées aux alentours des années 1940 à 1950 sont maintenant des gommeraies subilaquantes où des terrains ne portent plus d'arbres.

C'est en particulier ce que nous avons constaté au cours d'une tournée "gommier" effectuée en 1972 au Niger dans le pays manga où les seuls peuplements gommiers importants que nous ayions rencontrés se trouvaient en dehors des forêts classées.

Les taches de régénération, parfois importantes en surface, apparaissent pratiquement chaque année sur des terrains abandonnés. Ces taches de régénération sont des futures gommeraies mais elles sont soumises à trois risques, surtout au cours des trois premières années: le feu, la dent du bétail, la remise en culture.

Il nous semble qu'une politique gommière pensée devrait avoir dans ses objectifs, avant la plantation, la sauvegarde de cette régénération naturelle et la législation forestière devrait permettre au forestier de mettre en défens les jeunes gommeraies ainsi découvertes jusqu'à la fin de leur exploitation. Une telle solution, qui se développe au Niger nous paraît bien préférable à la réalisation de gommeraies artificielles.

Les gommeraies artificielles

La plantation de gommiers sur un terrain travaillé avec des plants produits en pots est facile à réaliser techniquement mais il s'agit d'une hérésie au point de vue économique tant le prix du travail du sol et de la plantation est élevé.

On a pensé pouvoir réaliser les gommeraies artificielles par semis direct après grattage du sol. Ceci est techniquement possible mais il se pose bien sûr toujours le problème de la protection. Cependant, selon les résultats du projet gommier en cours à l'heure actuelle au Tchad dans le Chari Baguirmi (projet FED), cette solution n'est techniquement valable que si le grattage du sol est effectué après les premières pluies. Il en découle qu'il n'est pas possible de réaliser de vastes surfaces avec des engins mécaniques, ceux-ci ne pouvant alors travailler que durant 15 jours à I mois car il faut qu'il demeure un potentiel de pluies de 250 mm après le semis.

Cette solution n'est donc applicable qu'au niveau du paysan et on arrive alors au système soudanais.

Le système soudanais

Le Soudan fournit 80 à 90% du marché mondial de la gomme et cette situation est dûe au fait que la gommeraie fait partie de la rotation agricole. Dans la zone gommière du Soudan les paysans font la rotation 4 à 5 ans de mil, 20 ans environ de gommiers. Les terres sont appropriées, les gommiers et la gomme sont exploités par le paysan, ce qui permet la pratique de la saignée, pratique qu'il est pratiquement impossible de développer dans les pays nomades où les seigneurs ne sont pas les récolteurs.

Cette solution est certainement à préconiser dans les zones du Sahel où il existe une population agricole fixe et où le gommier est dans son aire naturelle et dans son aire de production. Ce dernier point est particulièrement important car le gommier ne fournit pas ou peu de gomme lorsqu'il est dans des stations trop arrosées (500 mm) et la tentative de développement de la gommeraie dans l'Assalé (Tchad) nous paraît ne pas avoir tenu compte de cet aspect particulier de l'écologie du gommier.

PLANTATIONS IRRIGUEES

J. K. Jackson
Mae Sa Integrated Watershed and Forest Land Use Project
Chiang Mai, Thaïlande

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

Il existe depuis de nombreuses années des plantations forestières irriguées dans les zones sèches d'Asie; celles de Changa Mango, au Punjab, qui sont bien connues, datent de 1886. Les plantations irriguées sont en revanche relativement rares dans la savane africaine et se trouvent principalement dans la région de la Gezireh, en République du Soudan. L'auteur décrit tout d'abord des plantations de la Gezireh et examine ensuite certains problèmes plus généraux touchant les plantations irriguées.

LA GEZIREH SOUDANAISE

La Gezireh soudanaise est une vaste plaine d'origine alluviale qui s'étend entre le Nil bleu et le Nil blanc, au sud de Khartoum. Les précipitations s'échelonnent de 150 mm environ près de Khartoum à 550 mm dans le sud. Les sols sont surtout des argiles sombres crevassées ou des vertisols à pH élevé (plus de 8,5) et forte teneur en argile. Pendant la saison sèche, ils se craquèlent formant un réseau de crevasses profondes et larges qui se referment avec l'humidité ; leur capacité d'absorption devient alors très faible au point que, quelle que soit la quantité d'eau reçue en surface, le mouvement de l'eau devient négligeable au-dessous de 2 ou 3 m. A l'origine, la végétation était probablement constituée en grande partie de prairies claires dans le nord, d'une brousse à *Acacia mellifera* dans le centre et de forêts claires à *Acacia seyal*-*Balanites aegyptiaca* dans le sud.

Le périmètre irrigué de la Gezireh a été créé au cours des années qui ont immédiatement suivi la première guerre mondiale. Il visait à instaurer le coton à longues fibres comme culture de rapport et le sorgho comme culture de subsistance. Le système reposait à l'origine sur une association entre le Gouvernement soudanais, les exploitants à bail et une société privée, le Sudan Plantations Syndicate, qui se partageaient les revenus de la récolte de coton dans les proportions suivantes: 40 pour cent, 40 pour cent et 20 pour cent respectivement. D'autres récoltes, notamment le sorgho, restaient en totalité la propriété des exploitants. Le Gouvernement s'est chargé de la construction du barrage du Sennar et des principaux travaux d'irrigation ainsi que de la fourniture de l'eau d'irrigation; la société s'est occupée du contrôle technique de l'agriculture sur le terrain et de la commercialisation de la récolte de coton; les agriculteurs ont fourni la main-d'oeuvre. Quelques années avant l'indépendance du Soudan en 1955, le Gouvernement a racheté la part du Sudan Plantations Syndicate dont les fonctions ont été attribuées à une organisation quasi-gouvernementale Sudan Gezira Board.

La quantité d'eau allouée à la Gezireh a été réglementée par l'accord avec l'Egypte sur la répartition des eaux du Nil. Celui-ci, depuis lors a été amendé plusieurs fois, mais il permettait à l'origine un libre usage de l'eau entre août et septembre, lorsque le Nil bleu est en crue, un usage limité à la quantité emmagasinée dans la retenue de Sennar, entre janvier et mars, alors qu'à partir de mars l'eau fournie se limitait strictement aux besoins en eau potable de la population et du bétail et à une très petite quantité d'eau pour irriguer des vergers et d'autres cultures pérennes.

Pendant les premières années qui suivirent l'aménagement du périmètre de la Gezireh, le "Sudan Plantations Syndicate" s'était violemment opposé aux plantations d'arbres en prétextant que ceux-ci pourraient abriter des insectes nuisibles au coton. Cependant au milieu des années 30, il a été possible d'entreprendre des plantations irriguées sur une petite échelle, d'une part sur des terres attribuées pour réinstaller les personnes déplacées lors de la construction du barrage de Jebel Aulia sur le Nil blanc qui devait aider à régulariser les approvisionnements d'eau en Egypte et d'autre part sur les terres gérées par une petite société, la Société cotonnière de Kassala. Cette société avait été établie pour cultiver le coton dans le delta du Gash près de Kassala mais l'opposition locale l'en ayant empêché, elle a reçu en échange une concession dans le périmètre irrigué de Gezireh dans des conditions analogues à celles dont bénéficiaient le "Sudan Plantations Syndicate". Après la création du Sudan Gezira Board, les plantations irriguées se sont étendues à d'autres zones de la Gezireh.

Au début, il y avait deux catégories de plantations irriguées: des peuplements de très petite étendue destinés à approvisionner les villages en combustible et en bois de petite dimension, et de plus vastes plantations, occupant en général des terres convenant peu à la culture du coton. Les forêts de villages ont dans l'ensemble échoué car il était difficile de protéger ces petits peuplements morcelés, en particulier contre les chèvres et les autres animaux domestiques. Les autres plantations ont donné de meilleurs résultats.

Certaines essences ont été essayées au début, notamment le "neem" (Azadirachta indica), Acacia d'Arabie (Acacia nilotica), dalbergie (Dalbergia sissoo) et divers eucalyptus. L'acacia d'Arabie a été écarté car il servait de refuge aux oiseaux granivores et le "neem" s'est révélé assez sensible à la salinité. Le dalbergie n'a jamais bien réussi. C'est l'Eucalyptus microtheca F.V. Mull (notamment E. coolabah Blakely and Jacobs) qui a été estimé le plus prometteur. On le trouve près des cours d'eau saisonniers dans les régions sèches d'Australie. Sa forme n'est pas très belle et, pour un eucalyptus, sa croissance n'est pas très rapide. Cependant il présente le grand avantage de pouvoir résister à la longue période de chaleur entre mars et août lorsque il n'y a pas d'eau d'irrigation et que les pluies sont très rares.

Les jeunes plants d'eucalyptus étaient cultivés à l'origine dans des récipients en métal, vieux bidons d'essence, de 25 cm de haut sur 7,5 cm de diamètre. Ils étaient fendus sur un côté et munis de collets qui pouvaient être enlevés lors de la plantation et réemployés. Ces récipients ont aujourd'hui été remplacés par des tubes en polyéthylène. On utilisait un mélange de limon de rivière et de sable et la graine était semée directement dans les tubes. Aucun traitement anti-termites n'était effectué.

Avant la plantation, le terrain était labouré avec une très large charrue produisant une série de billons espacés de 2,4 à 2,7 m, séparés par des rigoles, la dénivellée totale étant de 60 cm à 1 m. Les plantations étaient irriguées en faisant pénétrer de l'eau dans les rigoles.

En théorie, les plantations devaient être irriguées tous les 15 jours d'août à mars. En pratique, cela n'a pas souvent été réalisé. Le coton et les autres cultures ayant priorité en cas de pénurie, un ou plusieurs arrosages ont pu être omis en période de demande maximum d'eau, notamment en septembre et octobre. D'autre part, les plantations ont souvent servi de terrain de décharge pour les eaux excédentaires et certaines ont souffert d'engorgement. Ainsi, les taux de croissance ont été très irréguliers s'échelonnant d'à peine plus de 1 à près de 10 m3/ha par an. Dans une plantation arrosée à peu près régulièrement, on pourrait considérer comme satisfaisant un rendement moyen d'environ 6 m3/ha par an pour la première révolution et de 25 pour cent supérieur pour les révolutions suivantes de taillis.

REALISATIONS PLUS RECENTES AU SOUDAN

Au début des années 60, on a entrepris de planter une ceinture verte irriguée au sud de la ville de Khartoum. La première partie était irriguée par l'effluent purifié du collecteur d'égoût récemment créé à Khartoum. Les plantations suivantes étaient alimentées par un canal. Dans cette zone, la possibilité d'arroser tout au long de l'année élargissait considérablement le choix des essences. Parmi les plus prometteuses, il faut citer Conocarpus lancifolius, Eucalyptus camaldulensis, et E. tereticornis (particulièrement la provenance de Mysore).

La ceinture verte de Khartoum comprenait certaines régions à sols très salins et l'on se demandait comment ils réagiraient sous irrigation. Cependant, tout au moins au début, malgré certains importants dépôts localisés de sel à la surface du sol, les arbres ont toujours réussi.

CARACTERISTIQUES GENERALES DES PLANTATIONS IRRIGUEES

Besoins en eau

Les besoins en eau varient avec le climat, le type de sol, l'essence et la méthode d'application. Evidemment, dans les climats chauds et secs où il y a un taux élevé d'évapotranspiration potentielle, la quantité d'eau nécessaire sera aussi élevée. Un sol très perméable, qui permet à presque toute l'eau reçue de s'infiltrer au-delà du niveau des racines des arbres, aura besoin de plus d'eau qu'un sol perméable ; dans les sols perméables, il y a également plus de pertes dans les canaux, à moins qu'ils ne soient revêtus. Les essences supportant la sécheresse ont besoin de moins d'eau que les essences plus mésophytes. Des méthodes d'application spéciales (voir ci-dessous) peuvent diminuer les besoins en eau.

On a obtenu dans la Gezireh une croissance raisonnable d'Eucalyptus microtheca en apportant environ 1 100 mm d'eau supplémentaire chaque année au moyen de l'irrigation mais Foggie (1967) estime qu'il faut 1 700 mm environ pour obtenir une croissance optimale. Dans la Gezireh centrale, la lame d'eau correspondante y compris les précipitations, serait respectivement de 1 550 et 2 050 mm. Au Pakistan, on a estimé à 1 200 mm la quantité d'eau optimale que devaient recevoir des Dalbergia sissoo âgés de 5 ans mais on applique jusqu'à près de 2 000 mm (Siddiqui, 1967). En Iraq, Gulcur et Nouri estiment que l'eau distribuée dans les plantations existantes représente entre 200 et 800 mm par an et considèrent que les besoins optimaux sont beaucoup plus élevés (1 200 - 1 360 mm). (Dans tous ces exemples, il s'agit d'irrigation par rigoles).

Qualité de l'eau

Plus la teneur en sel est basse, plus l'eau est bonne pour l'irrigation. La Gezireh soudanaise bénéficie des eaux du Nil bleu, peu salée et d'excellente qualité. Mais dans d'autres régions, notamment au Koweït et à Abu Dhabi, des eaux relativement salées ont été utilisées avec succès pour irriguer les arbres. Si on utilise de l'eau salée, il faut accroître les doses d'application pour que le lessivage entraîne le sel en profondeur où il devient inoffensif pour les arbres (Wormald).

METHODES DE DISTRIBUTION DE L'EAU

La méthode la plus courante est l'irrigation par rigoles, soit qu'il s'agisse de grandes rigoles comme dans les plantations du Soudan, soit de rigoles plus petites, par exemple 30 cm de profondeur, comme au Pakistan. Dans la ceinture verte de Khartoum, on utilise des rigoles de 2 m de large sur 60 cm de profondeur, Bosshard (1966) a trouvé préférable de distribuer l'eau toutes les deux ou trois rigoles seulement une fois que les arbres avaient pris racines (un an ou plus après la plantation). L'utilisation de très grandes rigoles, comme c'est le cas au Soudan, tendra à augmenter les pertes d'eau par évaporation.

L'irrigation par submersion qui exige un terrain plat, a généralement été estimée irréalisable pour les arbres car il est très difficile de distribuer, régulièrement l'eau avec cette méthode.

On a employé à Malam Fatori, sur les rives du lac Tchad au Nigéria, un système plus élaboré d'irrigation par arroseurs rotatifs pour établir un essai de provenances d'Eucalyptus camaldulensis. Le sol était constitué par des sables lacustres perméables et cet arrosage a été appliqué pendant un an seulement, jusqu'à ce qu'on ait estimé que les racines des arbres avaient atteint la nappe. Dans presque toute la zone, les résultats ont été très satisfaisants, les arbres des meilleures provenances produisant en moyenne 87 m3/ha (volume plein) à l'âge de 4 ans. Sur un petit terrain légèrement surélevé, plus distant du lac, la croissance a été plus médiocre et certains arbres sont morts de la sécheresse. Bien qu'il nécessite un apport en capital plutôt élevé, ce système mérite d'être pris en considération, lorsque la nappe n'est pas profonde, et que, par conséquent, on peut cesser d'irriguer au bout de quelque temps.

L'irrigation goutte à goutte mise en oeuvre, au départ pour les arbres fruitiers a été utilisée à Abu Dhabi (Wormald) pour l'établissement de plantations forestières et à titre d'expérience au Pakistan (Sheikh et Masrur, 1972). L'eau de puits est pompée jusqu'à un dispositif de régulation et un filtre. De ces dispositifs de régulation, elle est acheminée au moyen de conduits en chlorure de polyvinyle de 10 à 15 mm de diamètre qui sont pourvus de gicleurs à intervalles réguliers. Ces gicleurs sont prévus de manière à ce que chacun d'entre eux projette une quantité déterminée d'eau si une pression constante est maintenue dans les rampes. Il y a un gicleur par arbre. Là aussi, il faut beaucoup de capitaux mais cette méthode nécessite moins d'eau: dans les expériences au Pakistan, l'irrigation au goutte à goutte permet d'économiser 78 pour cent de l'eau par rapport à l'irrigation par rigoles et 85 pour cent par rapport à l'irrigation par submersion.

CHOIX DES ESSENCES

Il est dans ce cas impossible de généraliser. L'emploi de l'Eucalyptus microtheca dans la Gezireh soudanaise a été imposé par les circonstances particulières de la région: type de sol et période où l'eau était disponible. Presque partout ailleurs, on peut probablement trouver des essences meilleures.

On trouvera dans Laurie (1975) aux pages 47-50, 52-53, 56, 122-123 et 150 d'autres renseignements concernant le choix des essences et les plantations irriguées en général.

BIBLIOGRAPHIE

Bosshard, W.C. 1966 — Irrigation Methods in Khartoum Greenbelt. Forestry Research and Education Project, Sudan, pamphlet No. 21.

Foggie, A. 1967 — Forestry and Forest Policy in the Gesira Area. Rome, FAO. TA 2411.

Guleur, M. & Nouri, A. 1975 — Planning of Irrigated Tree Plantations in Iraq, UNDP/FAO Baghdad, FO: SF/IRQ 518, WS/15.

Laurie, M.V. 1975 — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines. Collection: Mise en valeur des forêts No. 19. Rome, FAO

Siddiqui, K.M. 1967 — Irrigated Forest Plantations in West Pakistan. Colloque international FAO sur les peuplements artificiels et leur importance industrielle, Canberra, Australie. Rome, FAO.

Sheikh, M.I. & Masrur, A. 1972 — Drip Irrigation - A New Method of Irrigation Developed at Pakistan Forest Institute Peshawar. Pakistan J. For. 22: 446-462.

Wormald, T.J. — Some notes on Nursery Practices in Abu Dhabi. (Mimeo)

RIDEAUX ABRIS ET FORESTERIE D'ENVIRONN [1]

J.C. Delwaulle
Centre Technique Forestier Tropical
Nogent-sur-Marne, France

Page

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane.

Par rideaux-abris nous comprendrons les haies vives et les brise-vent et nous limiterons notre exposé à l'Afrique tropicale sèche.

Généralités

L'expérience acquise au cours de ces dernières années permet d'être très affirmatif en ce qui concerne un certain nombre de points relatifs à la réalisation des haies vives en zone sahélo-soudanienne:

- toute plantation forestière non protégée pendant les trois premières années est vouée à un échec certain;
- il n'existe pas de haies vives impénétrables au bétail en général et à la chèvre en particulier, ceci soit du fait de manquants, soit du fait que les plants se dégarnissent toujours plus ou moins de la base;
- la clôture de fil de fer barbelé n'est elle-même pas imperméable au bétail et il est courant de voir pénétrer des chèvres au pas de course dans des périmètres protégés de cinq rangées de barbelé. Par ailleurs une telle clôture ne résiste jamais longtemps aux assauts des grands animaux (vaches, chameaux, antilopes, girafes);
- la conjoncture haie vive + barbelé assure une protection quasi absolue du périmètre contre les animaux.

De ce qui précède il découle que la haie vive sera implantée à l'intérieur d'un périmètre contre la clôture servant de limite à celui-ci.

Les espèces susceptibles d'être utilisées

La principale raison d'une haie vive est de protéger un périmètre contre les animaux. Les espèces à employer devront donc donner un rideau continu difficilement franchissable: enchevêtrement des branches, présence d'épines. L'espèce doit avoir une croissance limitée en hauteur et être susceptible de taille.

Lorsque le choix pourra être fait entre plusieurs espèces, on examinera, en outre, les autres avantages que peuvent fournir la haie: possibilité de fourniture de fourrage, apport de graines ou de fruits comestibles, etc...

Le Prosopis

Le Prosopis juliflora (= P. chilensis) est un arbre buissonnant originaire du sud-ouest des Etats-Unis, du Mexique, du Venezuela, du Pérou et de la Colombie. C'est l'espèce qui est le plus souvent utilisée pour la réalisation de haies vives du fait de sa croissance rapide, de la facilité d'obtention de plants en pépinière, de son excellent pourcentage de reprise sur sol lui convenant et de sa taille facile et ce malgré quelques désavantages : épines peu importantes limitant l'impénétrabilité, tendance à filer en hauteur ce qui impose des tailles fréquentes.

Graines: 20 à 35 000 graines au kilog, fructification autour du mois de mars. Lorsque les graines sont vieilles, il faut les placer dans l'eau bouillante puis laisser refroidir 24 heures avant le semis.

Usages complémentaires: Bois de feu et piquets pour mémoire. Les feuilles constituent un excellent fourrage et les gousses sont particulièrement appréciées = 0,70 UF/kg brut avec 75 g de matière azotée digestible par kg brut. Le rendement en matière sèche par hectare et par an peut atteindre 12 tonnes en irrigué.

Sol: Le prosopis s'adapte à de nombreux types de sols mais il réussit toujours mal sur les sols trop sableux et dans les bas-fonds trop mouilleux où il est alors asphyxié.

Les Acacias

Il existe dans l'Afrique de l'ouest environ vingt quatre espèces d'Acacias mais seules certaines d'entre elles ont été expérimentées pour la confection de haies vives.

Acacia nilotica var. adansonii: Cette espèce est particulièrement adaptée aux zones sèches et elle résiste assez bien aux sols sableux. Sa vitesse de croissance, quoique inférieure à celle du Prosopis, est relativement rapide. La taille (6 à 10 cm) et la dureté de ses épines droites et blanches en font une espèce particulièrement recommandable pour la confection de haies.

La récolte des graines en décembre dans les peuplements - longeant les cours d'eau et les mares. Les graines sont ébouillantées avant le semis. Semis direct en pots en mars, pourcentage de levée 80%.

Acacia seyal: Cet acacia se cantonne généralement sur les sols limoneux ou sablo-argileux inondés en saison des pluies. On le rencontre cependant parfois au sommet de croupes sèches toute l'année et il n'est pas impossible qu'il existe plusieurs races. Il a donné de bons résultats en haies vives et il est probable qu'il en va de même de son proche parent, adapté à des sols plus secs, Acacia ehrenbergiana.

Acacia ataxacantha: Nous n'avons qu'une expérience limitée de cette espèce sarmenteuse qui devrait donner, de par l'entrelacement de ses branches et ses fortes épines, d'excellentes haies vives. La préparation des plants en pépinière est chose aisée mais nous nous sommes toujours heurtés à une très mauvaise reprise à la plantation. Nous connaissons néanmoins une haie vive réussie avec cette espèce.

Parkinsonia aculeata

Cet arbuste sarmenteux est muni d'épines redoutables mais il a tendance à se dégarnir du bas s'il n'est pas rapidement taillé. Cette espèce réussit mieux sur les sols lourds que sur les sols sableux. Paradoxalement les plus beaux exemplaires que nous connaissons se trouvent très au nord en latitude (Agadès, Niger, 17° N) sous une pluviométrie de 150 mm.

Graines ébouillantées avant le semis. Récolte des graines de novembre à février. Semis en janvier-février en pots ou en planches. Il faut faire attention, dans la plantation en pots, de déplacer périodiquement ceux-ci du fait de la racine pivotante qui a tendance à sortir rapidement.

Les Ziziphus

Il existe plusieurs espèces de Ziziphus dans le Sahel, les plus courants étant Ziziphus mauritiana et Ziziphus mucronata. Le semis doit être effectué en pots car le repiquage est très délicat. Ce semis a lieu vers la mi-février. Pépinière et plantation sont faciles, les haies vives ainsi réalisées sont particulièrement fournies et inextricables mais leur croissance est assez lente après la plantation.

Le Bauhinia refescens

Cette espèce donne une des meilleures haies vives que nous connaissons. Il ne pose par ailleurs guère de problèmes en pépinière (semis en janvier ou février) et il s'adapte à de nombreux types de sols. Sa reprise n'est cependant pas toujours excellente.

La plantation de la haie vive

La plantation doit être effectuée dès que la saison des pluies est installée, en général vers le 15 juillet.

Une bonne haie vive est constituée de deux ou mieux trois rangées de plants situés à 80 cm l'un de l'autre en quinconce.

La plantation doit être précédée, soit d'un sous-solage, soit de la réalisation de tranchées de 50 cm de profondeur rebouchées avant la plantation.

On pourra favoriser l'apparition de branches basses en recépant les plants en pépinière (sectionner à 5 cm du sommet lorsque les plants ont environ 20 cm).

LES BRISE-VENT

Les vents

Deux régimes distincts de vents soufflent dans la zone sahélienne continentale: vents de saison sèche et vents de saison des pluies. Le vent de saison sèche est l'harmattan qui souffle de novembre à mars très régulièrement chaque matin d'environ 9 heures à 13 heures. C'est un vent chaud et sec venant du nord-est. Les vents de saison des pluies sont beaucoup plus réguliers et ils peuvent souffler en véritables rafales. Ils soufflent de mai à septembre et viennent généralement du sud au sud-ouest.

Que ce soient contre l'harmattan ou les vents de saison des pluies, des brise-vent implantés nord-est au sud-est auront une action maximum.

Action du vent

L'action du vent sur le sol et la végétation est de plusieurs ordres:

- Erosion éolienne
- Action mécanique sur la végétation
- Action sur l'évapotranspiration

Les brise-vent

Nous ne parlerons ici que des brise-vent vivants: rideaux d'arbres ou d'arbustes ou même simples bandes de plantes annuelles comme le mil, le sorgho, certaines graminées (*Pennisetum purpureum*).

Rôle mécanique des brise-vent

Un brise-vent délimite deux zones: la zone "au vent" située du côté où souffle le vent, la zone "sous le vent" du côté où va le vent. On considère généralement qu'un brise-vent protège une fois sa hauteur au vent et de 10 à 12 fois sa hauteur sous le vent.

L'effet du brise-vent varie avec sa perméabilité: une faible perméabilité provoque une diminution plus importante de la vitesse du vent mais, par suite de la création de tourbillons, la zone protégée est plus réduite. La perméabilité optimale varie entre 40 et 50% de vides.

Les brèches sont particulièrement dangereuses car le vent s'y engouffre ; le brise-vent doit donc être continu. Par contre son épaisseur n'a que peu d'importance et sous réserve de l'absence de brèche, une rangée d'arbres est théoriquement suffisante.

La longueur du brise-vent doit être au moins de douze fois sa hauteur pour éviter la turbulence sur les côtés.

L'effet protecteur maximum est atteint lorsque le brise-vent est perpendiculaire à la direction du vent, il est donc très important de faire, avant l'implantation de brise-vent, une étude approfondie des vents locaux et de traduire graphiquement, par une "rose des vents", l'importance relative des vents dans les différentes directions.

La longueur de la zone protégée (10 à 12 fois la hauteur du brise-vent) diminue lorsque la vitesse du vent augmente. Il est donc presque toujours nécessaire d'implanter plusieurs lignes successives parallèles pour assurer la protection d'une surface étendue. Dans ce cas, l'espacement optimum entre les lignes est de 15 à 20 fois la hauteur des brise-vent. Un espacement plus faible augmente la turbulence de l'air et diminue l'efficacité du système.

Rôle du brise-vent sur le microclimat

Au rôle mécanique des brise-vent s'ajoute un effet sur le microclimat qui a été mis en évidence récemment et dont l'importance est au moins aussi grande que la réduction de la vitesse du vent. D'une manière générale, les brise-vent diminuent l'évapo-transpiration. Des expériences menées en U.R.S.S., en 1953, permettent à certains auteurs d'affirmer que les pertes en eau par évaporation sont réduites de 20% au moins à l'abri des rideaux d'arbres. Cette réduction de l'évapo-transpiration entraîne une augmentation de l'activité photo-synthétique des végétaux, les stomates restant ouverts pendant une plus grande partie de la journée. Exceptionnellement, dans les zones arides, l'effet des brise-vent se traduit, au contraire, par une augmentation de l'évapo-transpiration due, en particulier, au fait qu'eux-mêmes évaporent des quantités d'eau importantes ; pour compenser ce déficit en eau, il faut avoir recours à l'irrigation.

D'une part, les brise-vent provoquent généralement un écrêtement des températures extrêmes, augmentation des plus basses et diminution des plus élevées, ce qui contribue à placer les végétaux dans de meilleures conditions de production.

Il résulte de ces modifications du microclimat une augmentation très sensible du rendement des cultures abritées.

Ce rendement diminue légèrement à proximité immédiate d'un rideau d'arbres, par suite de l'effet d'ombrage et de la concurrence des racines, mais cette concurrence ne s'exerce que dans une bande dont la largeur ne dépasse pas la moitié de la hauteur du brise-vent et, sur l'ensemble de la parcelle, l'augmentation du rendement peut atteindre 40% pour les céréales. Cette augmentation est encore plus élevée dans les climats secs avec des plantes à faible enracinement comme les graminées de prairies.

En résumé, ces brise-vent sont, dans tous les cas bénéfiques pour les cultures, non seulement par la protection qu'ils exercent contre l'action mécanique du vent, mais aussi par leur influence sur le microclimat qui se traduit par une augmentation très sensible de l'activité photosynthétique des végétaux et, par conséquent, du rendement des récoltes. Dans les zones arides, l'emploi des brise-vent devra cependant se limiter à la protection des périmètres irrigués.

Réalisation des brise-vent

Les brise-vent les plus répandus sont des rideaux constitués par un ou plusieurs rangs d'arbres. Théoriquement, un rang devrait suffire puisque l'épaisseur n'a que peu d'importance, mais la mort, toujours possible de quelques arbres, entraînerait la formation d'une brèche qui enlèverait au brise-vent son efficacité. En outre, au moment de l'exploitation des arbres, il faut pouvoir laisser au moins un rang pour que le brise-vent continue de jouer son rôle. Enfin, les jeunes arbres se défendent mieux contre les vents violents quand ils sont plantés sur une plus grande épaisseur. L'expérience a montré que les brise-vent les plus efficaces étaient constitués par des rideaux d'arbres composés de quatre rangs au moins, soit environ 10 à 12 m de large.

Si le brise-vent atteint 10 m de hauteur et qu'il protège une bande égale à 12 fois cette hauteur, il faudra installer des rideaux de 10 m de large tous les 120 m. Ceux-ci occuperont avec leurs racines une largeur maximum de 20 m (10 m de partie aérienne, plus 5 m d'enracinement de chaque côté), soit 16% des terres de culture. Cette proportion paraît raisonnable quand on songe que les rendements peuvent augmenter de 40% du fait de la double action mécanique et physiologique des brise-vent sur la végétation ; il convient néanmoins de ne pas la dépasser.

Les espèces utilisées pour la réalisation des brise-vent devront présenter, autant que possible, les caractéristiques suivantes: hauteur suffisante, croissance rapide, feuilles persistantes, encombrement réduit, concurrence radiculaire limitée et bois non cassant.

Il ne faut pas planter trop serré, en vue de réaliser des rideaux suffisamment perméables au vent. La distance entre deux arbres ne sera donc pas inférieure à 1,50 m.

Pour le reste, les modalités de préparation du sol et de plantation sont les que dans un reboisement classique (sous-solage ou trouaison: 50 x 50 x 60 cm). Toutefois, s'agissant de plantations linéaires traversant généralement des terrains de parcours ou des cultures dont les chaumes sont pâturés, il faudra veiller, d'une façon toute particulière, à la mise en défens des plantations dont le respect conditionne la réussite de l'opération. A cette fin, il peut être avantageux de planter, en bordure des rideaux, des épineux qui protégeront les essences forestières contre la dent du bétail.

Enfin, quelle que soit l'espèce, l'impératif de la date de plantation doit être respecté (cf Prosopis).

L'entretien des brise-vent est indispensable pour:

- maintenir leur continuité. Il faut évidemment remplacer les arbres manquants,

- empêcher le rideau de devenir trop épais et en conséquence imperméable au vent. Il faut donc rogner fréquemment les branches.

Il convient cependant de ne pas étêter les arbres, l'étendue de la zone protégée étant fonction de la hauteur du brise-vent.

FORESTERIE D'ENVIRONNEMENT

Sous ce titre il serait possible de parler de la foresterie à l'intérieur ou sur le pourtour des grandes villes du Sahel et même de la production d'arbres ornementaux. Nous ne développerons éventuellement ce point qu'au cours de la discussion et nous préférons, ici, développer rapidement le rôle de la foresterie dans la fixation des dunes, problème très important cependant pour les pays maritimes et pour lequel le Sénégal, par exemple, développe actuellement de nouveaux efforts.

Formation et développement des dunes

Chaque fois que des vents réguliers et violents soufflent sur une grande étendue sableuse, il se forme des dunes. Il existe des dunes continentales, au Sahara en particulier, mais le plus souvent les dunes se forment au bord de la mer, le long des côtes basses et sableuses soumises à des vents réguliers (en Afrique et à Madagascar, ce sont presque toujours des alizés).

Lorsque les dunes ne sont pas recouvertes de végétation ou, lorsque, pour raison quelconque: passages répétés, pâturage, mise en culture, la végétation qui les recouvre est détruite elles se mettent en mouvement et se déplacent dans le sens du vent à une vitesse pouvant atteindre une dizaine de mètres par an. Elles ensevelissent alors sur leur passage, les cultures, les plantations, les routes et les voies ferrées, parfois même les maisons et les villages ; il ne reste plus aux habitants qu'à abandonner le pays envahi par les sables.

Pour éviter d'en arriver à cette extrémité et en vue de protéger les ouvrages d'art et les cultures contre l'ensablement, il faut créer ou recréer la végétation, celle-ci constituant la protection la plus efficace contre l'érosion du sol ; mais pour que la végétation puisse s'installer sur le sable mouvant des dunes, il convient d'abord de les fixer en utilisant des techniques à la fois délicates et coûteuses.

Les techniques de fixation

Une technique de fixation des dunes maritimes a été mise au point en Europe dans le courant du siècle dernier: elle peut s'appliquer sans grand changement en Afrique et à Madagascar, sauf naturellement pour ce qui concerne les espèces végétales utilisées.

La première opération consiste à construire, le plus près possible de la mer, une dune artificielle, appelée cordon littoral, destinée à arrêter les apports de sables qui viennent alimenter les dunes. On commence par élever le long du rivage un clayonnage de 0,75 m à 1 m de hauteur ; ce clayonnage est fait au moyen de piquets en bois enfoncés dans le sable et reliés entre eux par des branchages suffisamment serrés pour constituer un obstacle aux grains de sable soulevés par le vent. Ceux-ci s'accumulent derrière la palissade et, quand le monticule ainsi formé atteint 0,50 m à 0,75 m de hauteur, on monte un deuxième clayonnage sur le premier et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on obtienne une dune dont la pente et la hauteur soient telles que les grains de sable ne puissent plus la franchir. Ce profil d'équilibre est atteint en 2 ou 3 ans pour une pente de 30 à 40%. Si le rivage est oblique par rapport à la direction des vents dominants, il faut construire en outre des épis transversaux dont le but est d'éviter la formation de "sifflets" par où s'engouffre le vent.

On peut alors commencer la fixation des dunes situées en arrière du cordon littoral, en installant par boutures ou par semis des espèces végétales couvrant bien le sol et résistant à un ensevelissement au moins partiel par les sables. Le gourbet (Ammophila arenaria), qui réussit parfaitement en Europe et en Afrique du nord, ne donne aucun résultat sur les dunes situées au sud du Sahara ou à Madagascar. Là, il faut s'adresser de préférence à des plantes autochtones à croissance rapide, dont l'enracinement traçant permet une colonisation rapide des sables: à Madagascar, la plus intéressante est une convolvulacée, l'Ipomea pescaprae, qui se bouture avec la plus grande facilité et qui couvre très rapidement le sol. Des graminées pourraient également être essayées dans les mêmes conditions: Sporobolus spicatus, Aristida stipoïdes, Panicum turgidum. Des essais de fixation ont été également effectués dans l'Adamaoua (Nord Cameroun avec: Stylosanthes gracilis, Melinis tenuissima, Digitaria unifolozi, Cynodon dactylon, et Pennisetum.

L'intérêt de cette végétation est triple: le système aérien joue le rôle de brise-vent au niveau du sol ; les débris de feuilles, tiges, gousses, etc... constituent une couverture morte dont la décomposition peut enrichir le sable en humus ; enfin, les racines traçantes retiennent le sable et contribuent à la stabilisation des dunes.

Malgré la rapidité de croissance des végétaux utilisés pour la fixation, il arrive que les semis ou les boutures soient déchaussés ou ensevelis, ce qui oblige dans les régions où les vents sont particulièrement violents à maintenir le sable par des matériaux de couverture avant d'entreprendre le semis ou le bouturage. Ces matériaux sont en général des débris végétaux: branchages, feuilles de palmier, etc... récoltés dans les boisements les plus proches. Comme il en faut plusieurs tonnes par hectare, leur transport pose souvent un problème difficile et grève considérablement le prix de revient des travaux de fixation.

On peut aussi, sur les parties les plus exposées au vent faire un quadrillage assez dense au moyen de clayonnage enfoncé dans le sable. Les plantes se développent évidemment beaucoup mieux à l'abri de ce clayonnage.

Le reboisement des dunes maritimes

En bordure du littoral et sur une profondeur d'environ 200 m, ordinairement seuls peuvent se développer les plantes herbacées et certains arbustes. La croissance des arbres est très ralentie par le vent et par les embruns; d'ailleurs les premiers rangs de plantations restent grillés par le vent de mer ; néanmoins, certaines espèces offrent une bonne résistance et peuvent être utilisées pour le boisement qui doit être le but final de l'opération.

Les espèces employées le plus couramment sont:

(a) espèces arborescentes

- l'Acacia cyanophylla, l'A. ataxancantha
- le filao (Casuarina equisetifolia),
- les Prosopis africana et P. juliflora,
- certains eucalyptus: E. camaldulensis

(b) espèces arbustives

- l'Opuntia,
- l'Euphorbia balsaminifera,
- l'atriplex (Atriplex halimus),
- le Gymnosporia senegalensis,
- le tsingivy (Solanum sp.) de Madagascar.

Il est indispensable de mettre en place des plants assez grands, élevés préalablement en pépinière, et de planter très serré, c'est-à-dire à 1 x 1 m sur le versant exposé au vent et à 2 x 2 m sur le versant abrité. Les plantations se font, comme d'habitude, au début de la saison des pluies.

Sous climat aride, l'installation des arbres est beaucoup plus difficile sur les dunes déjà colonisées par la végétation herbacée que sur les dunes nues parce que la concurrence des racines pour l'eau est considérable et que la présence d'un système radiculaire déjà développé gêne l'installation des jeunes plants. Il est donc préférable de mettre les arbres en place en même temps que la végétation herbacée ; la reprise est toujours nettement supérieure.

L'entretien des plantations est indispensable comme toujours en pays tropical, et il faut le faire à la main pour éviter le passage de machines sur les dunes. Celles-ci doivent être interdites à la circulation en général, et notamment à celle des troupeaux, car si la végétation était à nouveau détruite, le sable serait mobilisé et les dunes se remettraient en mouvement. Si leur traversée est indispensable, elle se fera par des chemins tracés à l'avance qui feront l'objet d'une surveillance constante. Ces chemins seront tracés autant que possible dans une direction oblique par rapport à la pente et au vent ; ils seront protégés et limités par des haies d'arbustes épineux ou non: Euphorbia balsaminifera, Opuntia, Fagara xanthoxloïdes, Acacia ataxacantha.

BOISEMENT DE SITES DIFFICILES, TERRES ERODEES ET FORTES PENTES: ETUDE SPECIALE DU PLATEAU DE MAMBILLA 1/

A.V. Fox
Forestry Division, North-Eastern State
Maiduguri, Nigeria

TABLE DES MATIERES

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane.

INTRODUCTION ET GENERALITES

Le plateau de Mambilla, situé à la frontière orientale du Nigeria et à l'extrémité méridionale de l'Etat du nord-est, fait partie du point de vue géographique des hautes terres du Cameroun dont il est le prolongement. Le plateau occupe une superficie d'environ 388 500 hectares, constituée en majeure partie de terrains légèrement ondulés et d'escarpements. Le boisement a commencé au début des années quarante sur l'initiative de la République du Cameroun (Fox, 1973) et s'est poursuivi à l'échelle locale, jusqu'en 1962, date à laquelle a été lancé le Programme de boisement du plateau de Mambilla au titre du premier Plan national de développement. Ce plan a été élargi par des plans successifs et un Programme de boisement des pentes de collines a été ajouté au Programme de développement des forêts actuels initialement entrepris dans le cadre du deuxième Plan national de développement de 1970-74.

Cette région étant potentiellement productive, les pentes les plus escarpées ont été allouées aux forêts lors de l'établissement du plan d'utilisation des terres. S'il est nécessaire de boiser les pentes escarpées, il est également nécessaire d'établir de vastes plantations mécanisées qui exigent des reliefs à pente assez douce. Cependant, une grande partie du programme du gouvernement et des collectivités locales porte sur le boisement des pentes fortes érodées, principalement par des méthodes manuelles. A l'heure actuelle, nous sommes assez bien renseignés sur les essences et les techniques nécessaires pour entreprendre un programme à plus vaste échelle, soit par des moyens mécaniques sur les régions plus plates, soit par des moyens manuels sur les pentes érodées plus abruptes.

L'altitude des principales stations du plateau de Mambilla varie de 1 524 m à 1 981 m environ. Les précipitations annuelles sont de 1 981 mm à Gembu et varient légèrement sur le reste du plateau. La température mensuelle moyenne est d'environ 30°C (Kemp, 1969) et les températures mensuelles minimales sont généralement de l'ordre de 10°C. L'effectif des bovins est très important dans cette région et, en raison du surpâturage et des feux annuels, les sols manifestent des signes d'érosion accélérée dans certaines des régions les plus escarpées. Ces terrains plus escarpés qui doivent être boisés sont donc des lithosols peu profonds fortement acides, limoneux et bien drainés, qui se sont formés sous un climat tempéré à fortes précipitations.

ESSAIS D'ESSENCES, DE CROISSANCE ET DE PROVENANCE

Les essais de provenance peuvent indiquer les meilleures essences et provenances pour un terrain particulier.

Des essais d'élimination répétés, portant sur des pins et des eucalyptus, ont été entrepris en 1966, sur le plateau, à Maisamari, Nguroje et Gembu. De toutes les essences et provenances d'eucalyptus ayant fait l'objet de ces essais dans le cadre du programme, aucune ne vient aussi bien que l'hybride d'Eucalyptus grandis établi depuis longtemps. Pour ce qui est des pins, P. caribaea, P. kesiya et P. oocarpa ont été choisis pour de nouvelles expérimentations après les premiers essais d'élimination. A Nguroje, les résultats de l'essai d'élimination numéro SM2/66/1, portant sur des essences plantées en 1966 dans des sols basaltiques, sont les suivants:

Tableau 1 - Essais d'élimination effectués sur des essences de conifères en 1966 - hauteur moyenne et taux de survie

Essences	Origine	Hauteur moyenne (m) après		Taux de survie (pourcentage) après	
		32 mois	46 mois	32 mois	46 mois
Cupressus lusitanica	Bussaco	3.8	5.0	93	93
P. ayacahuite	Mexique	1.1	2.0	86	83
P. caribaea	Belize	2.2	3.6	90	90
P. kesiya	Philippines	3.1	5.1	97	96
P. massoniana	Hong-Kong	2.6	4.0	100	100
P. montezumae	Mexique	0.1	0.6	36	25
P. oocarpa (I. 1 136)	Mexique	0.7	1.8	56	44
P. oocarpa (I. 1 157)	Belize	4.3	6.3	97	97
P. pseudostrobus	Mexique	1.0	2.1	89	85

Les essais de croissance ont commencé en 1967 avec principalement quatre essences de pins plantées dans quatre grands massifs redoublés par essence, à l'espacement normal de 3 x 3 mètres. Les essais d'essences et de provenance avaient dû être interrompus en raison du manque de semences et nous transmettons nos remerciements au Federal Department of Forestry, Ibadan, Nigeria, ainsi qu'au Commonwealth Forestry Institute, Oxford, Royaume-Uni, qui ont fourni toutes les semences nécessaires aux essais ultérieurs.

Deux essais de provenance de P. caribaea et P. Kesiya ont été effectués dans des sols formés à partir de basalte et de granite à Maisamari en 1971. En 1972, 113 g de superphosphate ont été appliqués à chaque plant et, au bout de quatre ans, le P. kesiya de Dalat, Viet-Nam du Sud, dominait sur les deux terrains. La hauteur moyenne était de 5,7 m sur les sols granitiques et de 6,3 m sur les sols basaltiques. On trouvera au Tableau 2 ci-dessous les résultats des essais.

Un essai de provenance de P. oocarpa a été effectué à Nguroje en 1972 sur un sol formé à partir de basalte. Au bout de trois ans, la provenance du Nicaragua, Rafael, était supérieure, avec des hauteurs moyennes et maximales de 4,9 m et 7,2 m respectivement alors que les provenances du Guatemala, de qualité inférieure, avaient des hauteurs moyennes et maximales de 2,8 m et 4,6 m respectivement. Les deux provenances du Nicaragrua étaient supérieures aux autres. On trouvera au Tableau 3 les résultats complets. Dans tout programme de développement des plantations, il est essentiel que les semences choisies soient disponibles en quantités commerciales et qu'un programme local soit conçu et mis en oeuvre en vue de produire des semences en quantités suffisantes pour satisfaire les besoins futurs.

Tableau 2 - Hauteurs moyennes et maximales et taux de survie de P. caribaea et P. kesiya âgés de 4 ans

Espèces	Origine	Essai de provenance, Maisamari, Mambilla					
		TERRAIN BASALTIQUE			TERRAIN GRANITIQUE		
		Hauteur moyenne en m	Hauteur maximale en m	Taux de survie %	Hauteur moyenne en m	Hauteur maximale en m	Taux de survie %
P. caribaea	Gt. Abaco, Bahamas	2,7	5,5	99	3,3	8,6	93
P. caribaea	Cuba	1,8	6,4	93	2,4	8,6	81
P. caribaea	Puerto Cabezas Nicaragua	3,1	6,4	95	3,2	7,5	80
P. kesiya	Baw Luang, Thaïlande	3,6	4,9	96	4,6	7,2	89
P. kesiya	Dalat, Viet-Nam du Sud	6,3	9,0	98	5,7	9,4	95
P. kesiya	Rangoon, Birmanie	3,9	5,6	95	3,8	7,0	93
P. kesiya	Khasi Hills, Assam	4,9	7,2	96	4,5	7,0	93
P. kesiya	Philippines	3,1	6,7	78	-	-	-

Tableau 3 - Hauteurs moyennes et maximales et taux de survie de P. oocarpa âgés de 3 ans

Provenance	Essai de provenance, Nguroje, Mambilla		
	Hauteur moyenne en m	Hauteur maximale en m	Taux de survie %
K1 1/70 Nicaragua/Camelias	4,7	6,4	96
K7 7/70 Honduras/San Marcos	3,2	5,4	94
K9 9/70 Guatemala/Canas	3,6	5,1	97
K34 3/71 Guatemala/Bucaral	2,8	4,6	95
K35 4/71 Honduras/Angeles	3,5	5,6	98
K36 5/71 Honduras/Zamorano	3,6	5,7	96
Oxon I. 2 326 Guatemala/El Lobo	3,8	6,2	100
K44 27/71 Nicaragua/Rafael	4,9	7,2	99

ESSAIS D'ENGRAIS

En 1966, McComb, Ojo et Jackson (1970), ont effectué une expérience de laboratoire en vue d'étudier la réaction aux engrais de E. grandis cultivé dans un sol basaltique du plateau de Mambilla. Les résultats ont montré qu'il serait pratiquement impossible, sans l'application d'engrais, de faire pousser E. grandis à partir de semences sur un sous-sol exposé par érosion; le manque de phosphate était le principal facteur limitatif, mais le bore faisait également défaut.

C'est en 1966 également que Jackson (1973) a effectué des expériences avec du borate et du superphosphate sur E. grandis à Maisamari et Nguroje, sur des terrains assez plats formés à partir de basalte, et à Gembu sur une pente escarpée et érodée formée à partir de granit. A Gembu, les engrais ont été appliqués sur une plantation de deux ans qui avait été regarnie au cours de l'année précédant l'application de l'engrais. Le borate a été appliqué à raison de 0,57 et de 113 g par arbre et le superphosphate pur à raison de 0,85 et de 170 g par arbre. A Gembu, 113 grammes de borate ont donné des résultats mais 57 g n'ont eu aucun effet. L'augmentation due au superphosphate n'a pas été importante. D'une manière générale, l'application a réduit le dépérissement des pousses terminales et la décoloration des feuilles, améliorant ainsi la santé et la forme de la cime et hâtant la fermeture du couvert.

En 1972, Fox a effectué trois expériences à Maisamari sur des sols escarpés peu profonds formés à partir de granite. Lors du premier essai, dans une partie assez escarpée du compartiment P.71, on a appliqué, au moyen d'un épandeur mécanique monté à l'arrière d'un tracteur, environ 123 kg à l'hectare de chacun des produits suivants: borate, borate et superphosphate, borate et sulfate d'ammonium. On a constaté une différence importante entre les régions traitées et les régions non traitées. Les différentes formules donnant des résultats analogues, il est recommandé d'utiliser le traitement le moins onéreux. On trouvera au Tableau 4 ci-dessous les résultats de ces expériences.

Tableau 4 - Corrélation entre la croissance en hauteur de l'hybride de E. grandis et les applications d'engrais en 1972

TRAITEMENT	HAUTEURS (m) Date des applications 13/7/72	 11/73	 10/74
Borate et superphosphate	1,1	5,2	8,3
Borate et sulfate d'ammonium	0,8	4,6	8,0
Borate	0,8	5,1	8,6
Néant	0,9	1,9	2,9

Lors de l'essai n° 2, on a appliqué à la main dans le compartiment P.72 du sulfate d'ammonium et du superphosphate pur autour des arbres et au-dessous du niveau du sol à raison de C 114 et de 228 g par arbre et du borate à trois doses différentes de 0,57 et de 114g par arbre en une seule expérience avec répétition sur un sol pauvre, dans une région rocheuse escarpée. Seize mois après l'application, les réactions les plus fortes étaient les suivantes:

Traitement	$N_1P_2B_1$	$N_2P_1B_1$	$N_2P_2B_2$	$N_2P_1B_0$	$N_0P_0B_0$
Croissance moyenne en hauteur (m)	5,2	5,3	5,3	5,8	1,2

Au bout de 27 mois, on a constaté une forte réaction à N, bien qu'il y ait peu de différences entre les deux taux. On a également la preuve - bien que moins évidente - de l'effet positif de l'application de B. De même, il existe une certaine différence entre les parcelles ne recevant pas de P et celles qui sont traitées avec 114 et 228 g par arbre.

Dans l'essai n° 3, le bore a été appliqué à deux niveaux et sous deux formes: sous forme de granules introduites sous la surface du sol et sous forme de pulvérisations foliaires. Toutes les parcelles ont également reçu 114 g de superphosphate pur. Vingt-sept mois après l'application, on a constaté peu de différences importantes du point de vue statistique, bien qu'il soit apparu que l'application de borate granuleux autour de l'arbre pourrait avoir des effets bénéfiques plus durables que les pulvérisations foliaires.

D'une manière générale, toute application d'engrais devrait être effectuée l'année de la plantation et aussitôt que possible après celle-ci, en vue d'accélérer la croissance en hauteur, le développement de la cime et la fermeture du couvert. L'application manuelle, de préférence dans le sol, est seule possible sur les pentes escarpées; par contre, sur les pentes plus douces, l'application mécanique est possible.

TRACE DE LA PLANTATION

Une fois que des essais d'essences, d'engrais et autres ont permis de sélectionner les essences et les techniques, l'acquisition de terrains plus vastes peut commencer. Il faut obtenir suffisamment de terres au-dessus et au-dessous des pentes escarpées dont le boisement est prévu. Les terres situées au-dessus de ces pentes porteront des routes qui permettront l'accès au terrain, la distribution des plants au moment de la plantation et l'extraction des produits lorsque cela sera nécessaire; on y effectuera également des travaux en vue d'arrêter l'écoulement des eaux en surface le long de la pente grâce à des techniques d'utilisation des terres visant à obtenir l'infiltration des eaux de surface. Le labourage et la construction de diguettes suivant les courbes de niveau sont des moyens utiles à cet effet. Les terres situées au-dessous des pentes fourniront un accès lors de l'établissement de la plantation et pendant toute la durée de celle-ci jusqu'au moment de l'exploitation.

L'accès aux pentes moyennes est généralement facile, tant en amont qu'en aval. Toutefois, sur les pentes plus longues, il faudra construire des routes d'accès à certains intervalles, le long des courbes de niveau. Les routes sont normalement construites par des moyens mécaniques avant l'époque de la plantation, alors que la visibilité est très bonne. Il faudrait prévoir des dénivellations suffisantes pour permettre l'extraction des produits pendant toute la durée de la plantation. On devrait, le cas échéant, tirer parti des accidents de terrain, en particulier pour déterminer l'emplacement des croisements de routes. Nous savons, par expérience, qu'il est préférable de construire un réseau routier à travers la plantation dès la création de celle-ci; attendre que le besoin de routes se fasse sentir oblige souvent à effectuer les travaux à travers de jeunes plantations.

Il est parfois nécessaire d'aménager les pentes en surplomb; cela devrait se faire avant la plantation pour permettre une régénération de la station et réduire les inconvénients que ces travaux on pu causer le long de la pente. Il faudrait enclore les terrains pour les protéger contre les animaux; cette opération devrait être effectué aussitôt que possible et, dans tous les cas, avant la plantation. Sur le plateau de Mambilla, on a tiré parti dans la mesure du possible de la configuration naturelle du terrain et les cours d'eau qui descendent des pentes escarpées constituent d'excellentes frontières évitant la pose de clôtures. Il est généralement moins onéreux de clôturer l'ensemble du périmètre dès le début que de clôturer uniquement les secteurs réservés aux plantations existantes. Toutefois, sur le plateau de Mambilla, il est de bonne politique de permettre au bétail de pâturer dans les zones où les plantations n'ont pas encore été faites, dans la mesure où il est surveillé par un bouvier. Cela est également recommandé du point de vue des relations avec la population, car les bouviers considèrent que les forêts sont établies sur des terres acquises aux dépens des éleveurs. Les bovins sont utiles en ce qu'ils empêchent la croissance des herbes, ce qui réduit les risques d'incendie et l'importance des travaux culturaux requis avant la plantation; ils fournissent également de l'engrais naturel au terrain. Ils devraient être constamment gardés et tenus à l'écart des zones de plantation et des pentes les plus escarpées.

La pose de clôtures et l'exclusion des animaux permettent une régénération rapide de la station si l'on réussit à écarter les risques d'incendie, mais il s'agit là d'une solution temporaire puisque la dégradation reprendra lorsque les bovins seront à nouveau autorisés à utiliser le terrain. Une solution plus permanente consisterait à boiser la zone considérée et à maintenir le couvert de feuillage le plus longtemps possible suivant le système de sylviculture choisi.

Les pépinières devraient être situées à l'intérieur de la zone de plantation et près d'une source d'eau. Sur les pentes longues de plusieurs kilomètres, il vaudrait peut-être mieux utiliser des pépinières temporaires pour les plantations de chaque année, tant que l'eau et la main-d'oeuvre sont disponibles à proximité. Pour les eucalyptus, des pépinières d'une durée de trois mois, du début de mars au début de juin, conviendraient pour les plants élevés en pots. Après la germination qui a lieu en mars, il n'est presque plus nécessaire d'arroser puisque la saison des pluies commence normalement en avril.

Le manque de main-d'oeuvre pose peut-être un problème plus grave car le boisement du plateau de Mambilla est une opération à base de main d'oeuvre. Il serait bon d'encourager les travailleurs à se fixer près des plantations en cours d'établissement, les transports et la main-d'oeuvre étant des éléments essentiels à la réussite. A l'heure actuelle, la plus grande partie de la main-d'oeuvre disponible réside dans des villes et des villages plus importants et une petite partie d'entre elle seulement accepte de s'en éloigner. Les agriculteurs de Mambilla fournissent de la main-d'oeuvre, ce que ne font généralement pas les éleveurs.

ETABLISSEMENT DES PLANTATIONS

Les techniques intéressant les pépinières d'Eucalyptus spp. sont fondées sur les travaux de Fishwick (1966), avec quelques modifications pour tenir compte du climat semi-tempéré de la région. Les mélanges de terre de la région auxquels on ajoute des engrais et de la dieldrine en vue de produire des arbres forts de 0,3 m de hauteur, ayant une croissance des racines et des pousses bien équilibrée; une bonne réserve d'éléments nutritifs est placée dans le pot au moment de la plantation pour leur donner un bon départ. Les arbres de haute taille ne sont pas avantageux sur le plateau en raison de la force des vents et il est parfois nécessaire de les rabattre après la plantation. Pour les plants de pins, on recommande d'ajouter au mélange de terre pour les pots du sulfate d'ammonium et du superphosphate, mais on s'est aperçu que l'urée et la potasse avaient des effets nuisibles ou négatifs.

C'est généralement en avril que l'on débarrasse le terrain de son épaisse couverture d'herbes par des moyens mécaniques ou manuels car on peut alors effectuer des brûlages en s'entourant de toutes les précautions utiles. Si les brûlages sont effectués plus tôt, les herbes repoussent et peuvent former un tapis épais au moment de la culture du terrain. Il vaut donc mieux effectuer le défrichement aussi tard que possible en vue de réduire l'importance des travaux. Sur les pentes escarpées, le défrichement du terrain devrait être effectué suivant les courbes de niveau; les mottes de gazon sont arrachées au moyen de fortes houes et leurs racines exposées au soleil pour sécher. Sur les pentes plus douces, on exécute la série complète des façons culturales, mais sur les pentes escarpées celles-ci sont limitées à des courbes de niveau de 3 mètres en 3 mètres. Toutefois, il faut noter que les herbes qui n'ont pas été éliminées lors de l'opération précédant ou suivant la plantation continueront à vivre pendant toute la révolution et qu'elles reprendront aussitôt que le couvert ne sera plus fermé. Les herbes étant le principal élément retardant la croissance des eucalyptus, la question de la durée et de la périodicité des façons culturales pour la réussite d'une plantation est une question d'expérience.

Les problèmes que pose la distribution des plants varient suivant l'intensité de la pente, mais des moyens mécaniques devraient être utilisés pour transporter les pots aussi près que possible du lieu de plantation. Sur les pentes escarpées, une grande partie du travail de distribution doit être fait manuellement. Les jeunes plants sont mis à terre à des espacements de 3 x 3 mètres environ et le pot tout entier est enlevé. Normalement, les trous sont préparés par un groupe de travailleurs distinct et quelques ouvriers agricoles seulement s'occupent en fait de l'enlèvement des pots et de la plantation.

Quatre semaines environ après la plantation, les engrais peuvent être appliqués aux plants. Le terrain devrait être auparavant désherbé afin de réduire la concurrence au niveau des racines pour l'espace, et pour les éléments nutritifs, puis l'engrais devrait être appliqué à la main dans une fente pratiquée au-dessous de la surface ou par des méthodes mécaniques sur les terrains plus plats. Par la suite, le terrain devrait être désherbé lorsque cela s'avère nécessaire. C'est là que l'expérience joue un rôle essentiel. Il est nécessaire de conserver une certaine couverture herbacée en vue de réduire le danger d'une érosion accélérée, mais les herbes ne devraient en aucun cas gêner la croissance des arbres.

Lorsque le désherbage est insuffisant, les arbres montrent rapidement des signes de mauvaise santé sur les pentes escarpées mais on s'en aperçoit souvent trop tard pour redresser la situation au cours de la même saison. Il faudrait faire tout ce qui est possible au cours de l'année de la plantation pour produire un arbre sain et vigoureux qui continuera à croître pendant la saison sèche, tirera profit des premières pluies et aura une croissance maximale au cours de la deuxième année. Les désherbages devraient être poursuivis le long des courbes de niveau lorsque cela est nécessaire et, sur les bons terrains, la fermeture du couvert peut se produire 18 mois après la plantation, c'est-à-dire juste avant le début de la deuxième saison sèche. L'hybride d'_Eucalyptus grandis_ continuera à croître pendant toute la saison sèche sur les bons terrains lorsque des engrais auront été appliqués. Toutefois, si la technique est défectueuse, il s'ensuit un dépérissement progressif à partir des extrémités et une coloration anormale des feuilles auxquels on ne peut remédier que par un traitement onéreux. On a essayé d'utiliser sur le plateau des désherbants sélectifs à l'aide d'applicateurs mécaniques. Ces essais n'ont donné aucun résultat en raison du coût élevé du désherbant, de la lenteur de l'application et de la repousse rapide des herbes. Toutefois, il serait intéressant de poursuivre les essais avec les herbicides.

Les progrès de la technique moderne devraient permettre de surmonter les difficultés inhérentes à l'utilisation des essences (Hardie, 1974; Alders, 1975); et l'on peut actuellement recommander pour les pentes escarpées du plateau l'hybride de _E. grandis_ qui assure une couverture rapide du terrain et la production d'un important volume de bois utilisable.

AMENAGEMENT DU BOISEMENT DES PENTES DES COLLINES

Sur les fortes pentes, la protection devrait toujours être la préoccupation première, mais dès que d'importantes ressources en bois seront disponibles, les industries ne manqueront sans doute pas de demander à utiliser cette matière première de base.

C'est des utilisations finales que dépendra sans aucun doute le système qui sera utilisé pour l'aménagement de la forêt ainsi établie. Pour la production de bois de feu, de petits poteaux et de petit bois d'oeuvre, un système de traitement en taillis sera suffisant et a plusieurs avantages pour les pentes escarpées. Si l'on désire obtenir du bois d'oeuvre de plus grande dimension, on choisira un système de coupe sélective ou coupe à blanc selon les exigences de l'essence utilisée. Les systèmes de traitement en taillis ont l'avantage de permettre une régénération rapide de la station et sont tout à fait appropriés pour l'aménagement de l'hybride de E. grandis sur les pentes escarpées. Toutefois, des expériences effectuées sur le plateau montrent que le recrû est à son maximum au plus fort de la saison des pluies, époque à laquelle les produits forestiers ne font pas normalement l'objet d'une demande locale. Ces produits forestiers, tels que poteaux et bois de feu, sont normalement demandés pendant la saison sèche où le recrû entraîne une mortalité des souches allant jusqu'à 25%. Dans les régions à très fortes précipitations, une plus grande protection de la station est nécessaire pendant la période d'exploitation mais cet inconvénient est, dans une certaine mesure, compensé par une accélération de la croissance et de la régénération de la station.

Bien que l'on ait déjà examiné la plupart des problèmes de sylviculture et d'aménagement ayant trait à la sélection et à l'établissement des meilleures essences pour des stations déterminées, la recherche devrait se poursuivre à l'échelon local afin d'arriver à sélectionner un matériel génétique et des semences de qualité supérieure. Un programme de ce genre, qui serait avantageux tant sur le plan local que sur le plan national, pourrait bénéficier d'une certaine priorité.

RESUME ET CONCLUSIONS

Le boisement des pentes escarpées et érodées dépourvues d'arbres et ayant des sols peu profonds nécessite la sélection d'essences à croissance rapide et des techniques d'établissement permettant d'obtenir de prompts résultats. On devrait commencer par étudier les essences locales et, si aucune d'entre elles ne s'avérait appropriée, il faudrait alors procéder à une longue série d'essais d'essences et de provenance.

Après une première sélection, on doit s'efforcer d'apporter des améliorations grâce à des essais de provenance plus complexes et à des essais de techniques d'établissement. Un programme de recherche et de développement s'impose pour améliorer les essences choisies et, à longue échéance, assurer la production des quantités requises de semences améliorées.

Dans le cas d'un vaste programme de boisement où la protection est la préoccupation première, après que les essences ont été sélectionnées, on risque de voir la demande de bois s'exercer au détriment de la sylviculture et de l'aménagement de la plantation. Lorsque cela est possible, cette demande pourrait être prévue dans le programme mais l'objectif premier, la protection, ne devrait pas être sacrifié.

Fort heureusement, l'hybride de E. grandis a été établi sur le plateau de Mambilla et semble tout à fait adapté aux conditions locales; néanmoins, au cours de dix dernières années, on a effectué des essais d'essences, de croissance, de provenance et d'engrais en vue d'améliorer l'efficacité et l'économie de l'établissement. C'est avec l'hybride de E. grandis que les essais d'engrais ont donné les meilleurs résultats. Des essais d'essences et de croissance effectués sur d'autres eucalyptus n'ont pas donné de résultats comparables. Toutefois, les pins ont été introduits et deux essences et trois provenances, dont deux provenances du Nicaragua de P. oocarpa et la provenance du Viet-Nam du Sud de P. kesiya, semblent devoir donner de bons résultats. Actuellement, un essai de provenance

de Cupressus lusitanica est nécessaire en vue de tester les nouvelles lignées résistantes au chancre et de choisir des provenances ayant des branches plus fines et moins persistantes. L'espèce choisie pourrait ensuite être exploitée. L'amélioration des essences et des techniques est un programme à long terme et nécessite une surveillance continue et des objectifs d'aménagement à long terme bien définis.

BIBLIOGRAPHIE

Alders, L. 1975 — New Zambian mill saws plantation Eucalyptus with gangsaw, circle saw lines. World Wood, July 1975. Vol. 16, No, 7.

Bawden, M.G. & Tuley, P. 1966 — The Land Resources of Southern Sardauna and Southern Adamawa Provinces, Northern Nigeria. Land Resources Study 2. Directorate of Overseas Surveys, Tolworth, England.

Fishwick, R.W. 1966 — Irrigated Nursery Practice Instruction. Ministry of Animal and Forest Resources, Kaduna, Nigeria.

Fox, A.V. — First year post planting assessment of Pinus kesiya/Pinus caribaea provenance trial, Mambilla, Nigeria. Tropical Provenance and Progeny Research and International Co-operation, Edited by J. Burley & D.J. Nikles, 1973 C.F.I., Oxford, England.

Goodman, K. — Baptist Mission, Gembu Mambilla, Nigeria. Personal communication.

Hardie, A.D.K. — Defects in the Wood of Fast-Grown Eucalyptus grandis in Zambia. Commonwealth Forestry Review, Vol. 53 (4) No. 158, December 1974.

Hepper, F.N. 1966 — A botanist in Adamawa: Part 1, Mambilla Plateau. Nigerian Field, 27: 100-122.

Hepper F.N. 1966 — Outline of the vegetation and flora of Mambilla Plateau, Northern Nigeria. Bulletin de l'I.F.A.N., T. XXVIII, sér. A, No 1, 1966.

Iyamabo, D.E. 1972 — Jackson, J.K. & Ojo, G.O.A. Pine Trials in the Savanna Areas of Nigeria. Research Paper (Savanna Series) No. 11 Federal Department of Forest Research, Ibadan, Nigeria.

Jackson, J.K. 1973 — Some Results from Fertilizer Experiments in Plantations. Research Paper (Savanna Series) No. 23. Federal Department of Forest Research, Ibadan, Nigeria.

Kemp, R.H. 1969 — Trials of exotic tree species in the savanna region of Nigeria. Part 1, Research Paper No. 4. Savanna Forestry Research Station, Samaru, Zaria, Nigeria.

McComb, A.L., — Ojo, G.O.A. & Jackson, J.K. Fertilizer response of Eucalyptus grandis grown in a basaltic soil from Mambilla Plateau, Nigeria. Savanna Forestry Research Station, Samaru, Zaria, Nigeria. Research Leaflet 2.

Mould, A.W.S. 1960 — Report on a Rapid Reconnaissance Soil Survey of the Mambilla Plateau. Bulletin No. 15. Soil Survey Section, Regional Research Station, Ministry of Agriculture, Samaru; Zaria, Nigeria.

Nash, C.A.M. 1965 — Notes on a visit to the Mambilla Plateau during January, 1965. Ministry of Animal & Forest Resources, Zaria. (Unpublished).

Pryor, L.D. 1970 — Report on the Present Performance and Prospects of Future Development of Forest Plantations of Eucalyptus in Nigeria, for Savanna Forestry Research Station Samaru; Zaria, Nigeria.

RECUPERATION DE DOMAINES MINIERS

M.O. Orode
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria

B. Adeka
Forestry Division, Jos, Nigeria

T.G. Allan
Département des forêts, FAO, Rome, Italie

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

Il y a soixante ans que de vastes étendues du plateau de Jos sont exploitées à ciel ouvert. Les travaux de mines laissent après eux un paysage désolé de monticules de terre, de coulées boueuses desséchées, de résidus stériles d'étain et réservoirs de retenue de ces tailings qui, en l'absence de programmes coûteux de restauration, rendent la terre improductive pour l'agriculture.

Une photographie aérienne récente (1972) des domaines miniers montre que les monticules de terre hauts et escarpés couvrent seulement une superficie relativement réduite dans un bail minier et que le réseau de chantiers à ciel ouvert et de tailings d'étain s'étend sur une zone beaucoup plus vaste.

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane

Selon l'estimation faite par le Gouvernement de la République fédérale du Nigeria pour 1973-74, le revenu total de l'exploitation minière s'élève à 336 872 264 N. C'est le plateau de Jos qui contribue pour la plus grande partie à ce revenu. A l'heure actuelle, la superficie faisant l'objet de baux miniers pour l'étain et autres minerais sur le plateau dépasse 81 000 ha. Une estimation prudente de la superficie du terrain effectivement retourné par des mines en activités se situe autour de 26 730 ha. Ainsi que l'a fait ressortir Howard (1974), la restauration des zones de déblais de l'exploitation minière est importante pour un certain nombre de raisons :

a) la terre est à prime en raison de la nombreuse population et de la faiblesse des rendements dans le système agricole actuel.

b) Les cicatrices des travaux de mines favorisent l'érosion, car le niveau de base d'un cours d'eau se trouve souvent abaissé, ce qui détermine un ravinement en amont.

c) Le plateau est pratiquement dénudé et on a besoin d'arbres pour le bois de feu et les panneaux destinés à la construction des maisons. Les zones de déblais de l'exploitation de l'étain pourraient convenir à de vastes plantations forestières, car Eucalyptus y poussera volontiers.

d) Le plateau est surpâturé en saison des pluies comme en saison sèche. Si l'on pouvait faire venir des herbes succulentes ou des légumineuses sur les déblais de l'exploitation minière, on disposerait de précieux pâturages supplémentaires.

e) Le réseau étendu de réservoirs profonds constitue une précieuse ressource en eau qui permettrait l'irrigation en saison sèche, alors qu'à l'heure actuelle ils ne sont pas utilisés sur une échelle tant soit peu vaste aux fins de la production agricole.

CLIMAT, CONDITIONS METEOROLOGIQUES ET VEGETATION DU PLATEAU

Le plateau de Jos s'étend entre 9°50' et 10°50' de latitude nord et 8° et 9° de longitude est, à une altitude de 1 200 m; il couvre une superficie de 4 662 km^2. Le climat est régi par les vents humides du sud-ouest qui soufflent pendant l'été et les vents secs du nord-est pendant les mois d'hiver.

La haute température enregistrée depuis 1974 est de 38°C (100°F), tandis que le minimum est de 5°C (41°F), les températures moyennes se situent autour de 21°C (70°F). La pluviosité annuelle moyenne est approximativement de 1 270 mm, et la pluviosité totale décroît depuis le sud-ouest du plateau vers le nord et l'est. En moyenne, il pleut pendant huit mois de l'année et de très forts orages sont fréquents, notamment au début et vers la fin de la saison des pluies. La variation de la pluviosité d'une année à l'autre est considérable. L'abattage des arbres et le surpâturage du plateau ont eu tendance à réduire l'efficacité de la pluviosité en déterminant un ruissellement plus rapide. Il est rare que l'humidité relative du plateau atteigne un niveau difficile à supporter.

Le plateau est une enclave de mines à ciel ouvert depuis bien des années. C'est une zone de prairies onduleuses, parsemée d'affleurements granitiques et, de temps à autre, de mamelons à sommet aplati de minerai de fer latéritique. Au cours de la saison des pluies, de mai à septembre, de vastes cultures céréalières telles que l'"acha" *Digitaris excilis* et le millet *Eleusine coracana* sont pratiquées sur la plaine ouverte par la population Birom, tandis que de nombreux troupeaux de bétail appartenant aux nomades de Fulanis y paissent au cours des mois humides. Quand il n'y a plus d'herbe, ils descendent vers la plaine de la Bénoué pour la durée de la saison sèche.

La fusion de l'étain et du fer par la population indigène au cours des siècles passés doit avoir causé une importante destruction des zones boisées, mais l'absence actuelle

d'arbres sur le plateau est le résultat du développement de l'industrie de l'exploitation des mines d'étain. L'afflux de la population venue des zones rurales vers les sites d'exploitation de l'étain, tels que Bukuru et Jos, s'est traduit par un fort accroissement démographique et, en conséquence, les besoins de terres pour les cultures vivrières sont augmentés. Les Biroms ont l'habitude d'extraire les souches d'arbres, ce qui ne permet pas la régénération par les rejets de souche. Seul le boisement permettrait de répondre à la demande toujours croissante de bois de feu et de poteaux. Pendant les années quarante, le bois de feu était devenu si rare que les activités des sociétés minières s'en trouvaient menacées et qu'il fallait amener du bois de feu de Jema'a.

C'est ainsi que l'on s'est rapidement rendu compte de la nécessité de conserver et enrichir les essences forestières indigènes et que l'on a entrepris un programme de boisement placé sous l'égide de la Mines Reclamation and Afforestation Unit. La demande de terres pour l'exploitation agricole et minière est considérable et il est difficile de consacrer de nouvelles superficies aux plantations forestières communales. Le boisement des terres que les travaux de mines ont rendu inutiles pour l'agriculture pourrait constituer une solution à ce problème.

L'exploitation moderne des mines d'étain du plateau nécessite l'utilisation d'un équipement lourd pour déplacer la terre, et il faut déblayer sur une hauteur atteignant 12 à 20 mètres pour atteindre le filon stannifère sous-jacent. Les grandes compagnies, comme par exemple, l'Amalgamated Tin Mines of Nigeria (ATMN), utilisent normalement des excavateurs qui entassent la terre en grands monticules ou terris escarpés sur le bord du "paddock", terme utilisé pour désigner la fosse à ciel ouvert.

RESTAURATION DES ZONES D'EXPLOITATION DES MINES D'ETAIN

Préparation du sol et fertilisation

En 1948, on a fait un essai de plantation d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les chantiers de versage et obtenu des résultats satisfaisants à peu de frais. Peu après, le Ministère de l'Agriculture a donné suite en entreprenant des expériences des terres et utilisant des bulldozers et des tracteurs à chenilles pour niveler les monticules. Du compost d'engrais humain de la ville de Jos a été répandu en couche mince sur la surface nivelée à raison de 50,18 tonnes par hectare, et des cultures de couverture telles que le napier *Penisetum purpureum*, l'herbe "gamba" (*Andopogon gayamus*) et *Stylosanthes gracilis*, ont été semées. On prévoyait qu'au bout de quelques années de cultures de couverture, les domaines miniers remis en état pourraient être rendus aux propriétaires indigènes pour les cultures normales. En 1955 et 1956, des expériences de culture de l'"acha" *Digitaris excilis* et d'autres cultures de base locales sur des domaines miniers restaurés ont été entreprises par le Ministère de l'Agriculture: elles ont indiqué que le seul moyen d'obtenir des rendements normaux était de procéder à de larges applications de compost organique et d'engrais. On a estimé qu'il était au-delà des moyens et possibilités des agriculteurs locaux de se procurer des engrais à l'échelle requise pour permettre les cultures de base.

Les indications satisfaisantes données par les plantations forestières expérimentales faites en 1948 ont conduit à boiser de nouvelles zones. En 1959, une pépinière forestière centrale a été installée à Bukuru pour remplacer les dix-neuf pépinières non irriguées dispersées dans la division de Jos. Les fonds nécessaires à la création de la pépinière ont été fournis conjointement par le Ministère de l'Agriculture et les instances locales de Jos. Les plants qui y ont été élevés étaient destinés à la fois aux zones de restauration de domaines miniers et à celles de forêts communales.

En 1959, on a installé des placeaux d'observation pour déterminer si la pratique consistant à planter des *Eucalyptus* en ajoutant le contenu d'une trémie (18,2 à 22,7 kg) de compost à chaque trou de plantation est bien la plus efficace.

On a appliqué les traitements ci-après :

a) Une trémie (18,2 à 22,7 kg) de compost par trou de plantation.

b) 1/4 de trémie (4,5 à 5,4 kg) de compost par trou de plantation.

c) 1/4 de trémie, suivi de 112 g de sulfate d'ammonium appliqué un mois après la plantation.

d) Aucune application au trou de plantation et application aux plants de 112 g de sulfate d'ammonium un mois après le plantage.

e) Aucun traitement.

Au cours d'essais entrepris ensuite en 1960 et 1962, on a appliqué de l'azote et du compost à différents taux.

En conséquence des essais ci-dessus, le Mine Restoration Unit (Service de restauration des domaines miniers) a, lorsqu'il a assumé complètement la responsabilité de la restauration et du boisement des régions minières, adopté une nouvelle méthode consistant à employer une pelletée de compost organique et 84 g de sulfate d'ammonium mélangés avec le sol provenant de chaque trou de plantation avant cette dernière. Les résultats ont été prometteurs et les arbres ont atteint des hauteurs de 3,05 à 3,66 m au cours de la première année. Pendant les années qui ont suivi, on a renoncé à l'utilisation du compost car la distance et le coût du transport depuis le dépôt jusqu'à certains des lieux de plantation étaient devenus trop importants. Néanmoins, les mesures effectuées dans de tels placeaux huit ans après l'établissement du peuplement ont indiqué une hauteur moyenne de 9 à 14 m, ce qui est raisonnable sur des sols qui ont été remués.

Au cours de la première saison de plantation, les trous ont été creusés soit à la main, soit à l'aide d'une tarière pour poteaux de clôture montée sur un tracteur Ferguson 35. L'année suivante, les lignes de plantation ont été préparées à l'aide d'une défonceuse ou d'une charrue sous-soleuse (mue par un tracteur à chenilles D-8) dont les dents lourdes étaient fixées à une distance appropriée pour le plantage. L'expérience a cependant montré que l'on obtient de meilleurs résultats en plantant les arbres la même année que celle où on termine les travaux de nivellement. En raison du tassement du sol, on a estimé qu'un sous-solage lourd était nécessaire pour permettre aux racines des arbres de pénétrer à une certaine profondeur. La croissance des eucalyptus et de l'herbe s'est améliorée dans les zones ainsi traitées.

Essences plantées

Les principales espèces utilisées dans les plantations faites sur le plateau, aussi bien dans les zones de restauration des domaines miniers que dans celles de forêts communales sont les suivantes :

i) Eucalyptus camaldulensis : c'est la principale essence utilisée pour le boisement des domaines miniers remis en état et on l'utilise très largement dans les plantations des zones forestières communales.

ii) E. punctata : cette essence est maintenant utilisée de préférence à E. rostrata sur les sols de quartz à gros grain qui ont généralement une faible teneur en argile et sont par conséquent bien drainés. Elle forme un couvert dense à l'âge de deux ans, supprime les herbes et a un fût droit. On a cependant constaté qu'il est nécessaire d'appliquer des engrais boratés (approximativement 56 g par arbre) au cours de la première année pour empêcher le dépérissement de la pousse principale.

iii) E. robusta : cette essence présente sur E. rostrata et E. tereticornis l'avantage important de former facilement une voûte de foliacée dense; elle permet aussi de réduire considérablement le coût du désherbage et elle diminue les risques de dégâts dus aux incendies. Elle est sensible aux attaques des termites et on l'utilise essentiellement sur les sols de basalte rouge dans les zones à forte pluviosité.

iv) E. rostrata 1/ :cette espèce s'est en général révélée fiable car elle est facile à élever en pépinière, elle supporte beaucoup de traitements sans ménagement pendant le transport et le plantage, elle s'adapte à la plupart des sols et des sites géographiques (à l'exception des lieux très humides), elle a une croissance rapide et n'est guère exposée au dépérissement durant la première année. Elle donne du bois de feu et des poteaux de bonne qualité et, après l'abattage, donne des rejets de souche vigoureux. On estime que E. rostrata est la meilleure essence polyvalente pour une révolution de brève durée sur le plateau de Jos.

v) E. saligna (hybride) : essence à croissance rapide et à fût droit capable de former un couvert plein. En raison de la constitution d'essaims d'hybrides, il y a une certaine proportion d'arbres contrefaits ou nains. E. saligna ne vient bien que sur des sols profonds dans les zones du plateau qui ont une forte pluviosité (sud et ouest).

vi) E. tereticornis : cette essence a un aspect analogue à E. rostrata mais son port est généralement plus droit. On en fait un usage considérable dans les mêmes stations que E. rostrata.

Toutes les espèces susmentionnées sont classées comme bois commerciaux en Australie : E. robusta et E. saligna dans la catégorie "menuiserie" (par exemple, cadres de fenêtre, portes et meubles); E. rostrata et E. tereticornis dans la catégorie "construction" (par exemple, poutres, wagons-lits, bois de charpente des ponts, etc.). Ainsi donc, elles ont un certain potentiel d'utilisation qui dépasse la fourniture de bois de chauffage et de poteaux de charpente si on peut les cultiver sur de plus longues révolutions.

Le Tableau 1 indique les taux de croissance d'Eucalyptus sur les déblais de l'exploitation minière (Howard 1974). Selon Howard, du CFA (D 345) et D 346 sont situés sur un sol non disloqué de gravier de cuirasse ferrugineuse. MRA 25 (D 348) et MRS 33(D 353) sont des déblais miniers compactés.

PROBLEMES ET AVENIR DES ZONES DE RESTAURATION DE DOMAINES MINIERS

La superficie des domaines miniers restaurés qui ont été plantés depuis 1960 est de 1 336,5 ha, dont plus de 202,5 ha ont été mis en plantation immédiatement après la restauration du sol. En outre, on a établi des peuplements sur 202,5 à 243,0 ha de terres remises en état quelques années auparavant et sur lesquelles on avait semé des cultures de couverture : herbe et légumineuses. A noter qu'entre 1968 et 1975, peu de terres ont été concédées pour la restauration.

Les sociétés minières sont réticentes à abandonner leur bail après que le terrain ait été retourné pour la recherche de l'étain. Les forages de contrôle, que l'on entreprend toujours avant de commencer à restaurer le sol, révèlent souvent la présence de petites ressources en étain. Si ces richesses peuvent ne pas être suffisantes pour intéresser les grandes compagnies, elles peuvent être exploitées de manière rentable par de petits mineurs privés qui utilisent des méthodes manuelles simples et n'ont que de menus frais généraux. Il y a toujours un certain courant d'optimisme qui porte à croire qu'une augmentation de

1/ syn. E. camaldulensis

la valeur commerciale de l'étain ou des minerais en général pourrait rendre profitable la récupération de l'étain restant, voire même celle d'autres minerais qu'à l'heure actuelle on ne peut pas extraire dans des conditions rentables.

Depuis 1967, la division de la foresterie lutte aux côtés des instances locales de Jos pour mettre en plantation des domaines miniers restaurés et en faire soit des réserves forestières soit des zones de forêts communales afin de garantir une certaine sécurité de tenure. Les perspectives de mise en valeur de telles zones par l'agriculture ne sont pas bonnes et il fait peu de doute que le boisement, qui non seulement améliore l'environnement mais aussi fournit le bois de feu et les poteaux si nécessaires, constitue un mode rationnel de faire-valoir.

CONCLUSION

La plupart des espèces d'eucalyptus élevées jusqu'ici sur les zones de restauration de domaines miniers seraient assez susceptibles d'être boisées, mais en l'absence d'une certaine sécurité de tenure pour les plantations existantes et futures, il ne sera pas possible à la Division de la foresterie d'entreprendre les indispensables recherches à long terme sur l'amélioration de l'environnement, la production de bois et les possibilités éventuelles d'amélioration du sol par les Eucalyptus et autres espèces. Le présent projet de restauration des domaines miniers joue un rôle limité, mais important, dans la définition des modes de faire-valoir du plateau de Jos et la poursuite rationnelle de son développement est indispensable si l'on veut combattre efficacement la détérioration et l'érosion des terres.

BIBLIOGRAPHIE

Grove, A.T. 1952 — Land use and soil conservation on the Jos Plateau. Geological Survey of Nigeria. Bulletin No. 22.

Annual Report of the Mines Division, Ministry of Mines Power, Nigeria. 1960-61

Wimbush, S.H. 1963 — Afforestation of restored tin mining land in Nigeria. Comm. For. Rev., 42 (3) No. 113.

Howard, W.J. 1974 — Rehabilitation of Tin Mining Areas on the Jos Plateau. Paper prepared for the Forestry Association of Nigeria Conference.

Adeka, B. 1974 — The Establishment of Vegetation on Waste Lands with particular reference to the Jos Plateau. Paper prepared for the Forestry Association of Nigeria Conference.

Notes and Memoranda on Mineland Reclamation, Jos Plateau (collated from files)
Notes et memorandums sur le défrichement minier du plateau de Jos (collationnés à partir des fichiers).

Tableau 1. Croissance d'Eucalyptus sur déblais miniers et sur sol non retourné

Parcelle N°	Site	Essences	Age	Arbres/ ha.	Hauteur moyenne	Diamètre moyen à la base (cm)	Accroissement en diamètre (cm/an)
D 346	MRA 25	E. camaldulensis	13	1 300	11,9	12,0	0,9
D 347	MRA 25	E. camaldulensis	13	1 525	9,6	10,0	0,8
D 348	MRA 25	E. camaldulensis	13	775	8,7	7,6	0,6
D 349	MRA 33	E. multiflora 1/	14	1 150	21,6	17,0	1,2
D 352	MRA 33	E. camaldulensis	14	1 420	14,6	12,9	0,9
D 353	MRA 33	E. camaldulensis	14	950	8,4	8,4	0,6
D 344	MRA 11	E. camaldulensis	12	1 300	9,9	9,7	0,8
D 339	Ryom CFA	E. mult./camald.	8	1 025	18,6	12,5	1,6
D 338	Vwang CFA N° 4	E. camaldulensis	11	1 100	14,3	11,1	1,0
D 345	Du CFA	E. camaldulensis	11	1 000	7,8	7,1	0,7

1/ syn. E. robusta.

PROTECTION DES PLANTATIONS INDUSTRIELLES CONTRE LES INCENDIES EN ZAMBIE 1/

W. Ross
Industrial Plantations Project
Ndola, Zambie

TABLE DES MATIERES

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane.

PROTECTION CONTRE LES INCENDIES

Historique

En Zambie, le présent système de protection contre les incendies s'inspire presque en totalité du travail accompli en 1970 par M. N.P. Cheney, dont le rapport (Cheney, 1971) a été résumé à l'Annexe 7 du manuel "Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines" (Laurie, 1975). Ce rapport a conduit à la création d'une section de lutte contre les incendies pour mettre en place l'organisation et le travail est maintenant suffisamment avancé pour être confié aux services d'exécution à partir du début de l'année.

Importance du danger

La longueur de la saison sèche avec température croissante, diminution de l'humidité et souvent de forts vents, notamment en septembre, combinée à l'abondance du combustible, crée les conditions requises pour de graves incendies. Par nature, les essences exotiques cultivées brûlent facilement; de plus, on trouve sous les arbres, en particulier les pins, une accumulation considérable de matériel inflammable provenant des déchets d'élagage et des éclaircies. La présence de grands blocs d'arbres du même âge, parfois inévitablement orientés dans le sens du vent dominant, crée, selon Cheney, la possibilité d'incendies pouvant se propager sur une superficie atteignant 1 600 ha.

La population a traditionnellement recours au feu pour chasser ou défricher et elle ne prend que lentement conscience de la nécessité d'éviter les incendies dans les plantations.

En 1975, pire saison connue jusqu'à ce jour, il y a eu au total cinquante-six incendies dont dix-huit s'étaient déclarés à l'extérieur et trente-huit à l'intérieur des plantations.

Ils ont affecté une superficie totale de 602 ha, dont 120 ont été détruits et 250 gravement roussis.

Dommage causés par le feu

Les pins sont particulièrement exposés à la mort et à des préjudices sévères jusqu'à l'âge de douze ans et les eucalyptus pendant la totalité de la révolution. Les dégâts sont dûs au roussissement des feuilles et à la destruction du cambium. Le roussissement généralisé entraîne normalement la mort; par contre, l'altération du cambium est d'ordinaire seulement partielle et conduit à la dégradation du bois. Les eucalyptus, qui ont une écorce plus fine, sont très exposés à l'endommagement de la zone cambiale, c'est pourquoi on ne peut recourir au brûlage pour réduire la quantité de matériel inflammable.

Coût de la lutte contre les incendies

La plantation d'un hectare de pin revient approximativement à 3 985 K et celle d'un hectare d'eucalyptus à 670 K, le calcul étant effectué pour un intérêt composé de 7 % jusqu'à la fin de la révolution (aux coûts de 1975). Le prix de revient de la lutte contre les incendies représente environ 5 % du montant indiqué.

PREVENTION DES INCENDIES

Généralités

La prévention des incendies à l'intérieur des plantations de pins ne soulève de difficultés qu'après la deuxième année, époque où l'on cesse normalement de désherber. On désherbe encore dans une certaine mesure pendant la troisième année sur les emplacements dangereux, mais, en raison de la charge de travail, on a tendance à se contenter d'écraser l'herbe au rouleau. L'expérience passée montre que l'on peut brûler cette herbe au début de la saison en ne causant que des dégâts mineurs, ce qui est préférable à des dommages graves à une date ultérieure. L'épaisse couverture herbacée normalement trouvée dans les peuplements de jeunes pins favorise une propagation extrêmement rapide des incendies, surtout s'il y a du vent.

L'élagage jusqu'à 2,2 m se pratique lorsque l'arbre atteint la hauteur moyenne de 2,5 m, à l'âge de cinq ans à peu près, et il est cause d'un accroissement considérable de la quantité de combustible entassée sur le sol. C'est là peut-être le stade le plus dangereux de la vie de l'arbre du point de vue des risques d'incendie, et un programme de feux controlés après l'élagage est entré en vigueur en 1971. A noter que les débris sont épandus aussi uniformément que possible et qu'aucun empilement ne doit atteindre les branchages, ce qui créerait des points d'inflammation, avec les dommages qui en résultent.

Feux contôlés

Ils ont pour objet de réduire la quantité de matériel inflammable présente sur le sol, avec le minimum de dégâts imputables au roussissement. On a constaté que les essais de feu ne peuvent donner que une indication de la vitesse de propagation et de la hauteur des flammes et que, lorsque des feux rejoignent, ils augmentent tous deux d'intensité, la hauteur des flammes se trouvant presque doublée. Comme la hauteur du roussissement est approximativement cinq fois celle des flammes, il est nécessaire de maintenir celles-ci au plus bas niveau possible. Le combustible source de difficultés est constitué par les aiguilles sèches attachées aux branches élaguées qui ne reposent pas à plat sur la couverture morte, et il peut ëtre nécessaire de brûler celles-ci en une opération et de faire plus tard un nouveau brûlage pour réduire la litière d'aiguilles restante compacte.

Application pratique

Le brûlage se fait en mars/avril lorsque les pluies s'espacent et en fin d'après -midi quand il y a peu ou pas de vent. On brûle en suivant le schéma d'une grille et en prenant pour guide les lignes d'arbres. Un essai de feu indique la vitesse de propagation, à la suite de quoi on espace les hommes chargés d'allumer les feux le long de la parcelle et on attribue à chacun une portion de la grille le long de laquelle ils doivent se déplacer en comptant au fur et à mesure les lignes d'arbres. La distance qui les sépare est en général de 30 à 40 m et ils doivent être soigneusement instruits de n'allumer qu'un seul foyer à la distance prescrite.

Lorsque les hommes émergent à l'autre bout de la parcelle, on les rassemble, puis on les renvoie dans la direction opposée et cela jusqu'à ce que la zone soit entièrement couverte. La direction générale de la progression est celle du vent dominant. Des instructions détaillées pour la pratique du brûlage contrôlé sont données dans le rapport de Chenay et les personnes intéressées à ce travail sont invitées à les étudier avec soin. La prudence est indispensable lorsque l'on recourt au brûlage car, une fois que le feu a pris, il est habituellement trop tard pour éteindre les nombreux foyers en train de brûler dans une parcelle. S'il y a eu des cas isolés de feux de cimes, les dommages sont ordinairement mineurs, mais il ne faut pas confondre ces feux avec les cas où des arbres à aiguilles persistantes s'enflamment occasionnellement de manière alarmante mais semblent ensuite

n'avoir subi aucun dommage. Il convient de tenir compte des conditions météorologiques et se méfier de tout nuage du type cumulonimbus qui se trouverait dans le voisinage, car ils peuvent être cause de sévères turbulences. En cas de doute, il convient de se procurer les prévisions météorologiques valables pour les lieux.

Brûlages successifs

Il ne fait pas de doute que les feux contrôlés réduisent les risques de dégâts causés par les incendies et donnent aux forces de lutte active de meilleures chances de succès, mais le résultat dépendra de la quantité de combustible éliminée. On recommande par conséquent, avec l'expérience acquise en 1975, que la quantité de combustible présente dans des parcelles externes dangereuses, exposées aux vents dominants, soit maintenue à un minimum absolu.

Normalement, il faudrait faire des brûlages supplémentaires dans d'autres parcelles lorsque la quantité de matériel inflammable recouvrant le sol s'accroît notablement. On a pratiqué avec succès l'empoisonnement des éclaircies non productives. Cette méthode permet de laisser sur pied les arbres empoisonnés qui se débitent progressivement au lieu d'encombrer la litière de la forêt comme ce serait le cas si on les abattait. La méthode est naturellement meilleure du point de vue de la protection contre les incendies, mais on l'a maintenant abandonnée par suite de la modification des programmes d'éclaircies qui ramène la première coupe d'éclaircie à l'âge de neuf ans, époque où l'on peut en tirer plus de matériel utilisable.

Effet sur la croissance en diamètre

Les mesures effectuées dans une série de neuf plateaux de pins situés dans trois parcelles et faisant chaque année l'objet d'un brûlage depuis 1972 indiquent que jusqu'ici il n'y a pas d'effet notable sur la croissance en diamètre.

Espèces appartenant à l'étage dominé

La plantation de Chichele est très largement infestée par Lantana camara et on a observé que les populations de Lantana sont considérablement réduites par des feux contrôlés répétés. En raison de la présence de fourmilières infestées, il est peu probable que l'éradication complète par le feu sera possible, mais on peut faire suffisamment échec à Lantana pour que l'accès à la plantation soit presque sans restriction. La chose est importante pour permettre la conduite des opérations forestières et la lutte contre les incendies, d'autant plus que Lantana brûle de façon dangereuse lorsque la saison sèche est plus avancée.

Coûts

Lorsqu'on utilise un personnel de huit hommes en moyenne et deux véhicules, le coût de l'opération est de 30n par hectare. Ce chiffre n'englobe pas le coût des services d'un forestier et d'un garde forestier qui normalement doivent également être présents. Avec une telle équipe, on peut brûler environ 80 ha en une seule nuit.

Pare-feu

Pare-feu intérieur

Dans le passé, on a essayé toutes sortes de types de pare-feu, mais on a maintenant abandonné la méthode consistant à entretenir de vastes superficies non plantées, car elle implique beaucoup de travail sans aucun bénéfice et elle a une valeur douteuse lorsqu'il s'agit d'arrêter des incendies de forte intensité. On estime qu'il suffira d'associer la

construction de routes bien nivelées le long des parcelles à des feux contrôlés et au plantage de parcelles d'eucalyptus à écorce épaisse placés sur des emplacements stratégiques, afin d'interrompre les superficies plantées en pins perpendiculairement à la direction des vents dominants. Les routes nivelées arrêteront les incendies de faible intensité et permettront un accès rapide sur les lieux, et les brûlages assureront des zones à faible charge de matériel inflammable. L'espèce de choix à planter dans les parcelles de pare-feu vertes est Eucalyptus cloeziana qui peut être brûlé sans danger vers l'âge de quatre ans et a un intérêt commercial.

Pare-feu périphérique

Les confins sont protégés par une bordure nivelée large de cinq mètres sur le pourtour immédiat de la plantation, avec, entre celle-ci et le massif forestier indigène, une bande large de dix mètres qui est passée au rouleau et brûlée à la fin des pluies. Sur certains confins dangereux où on circule beaucoup à pied, on ajoute une autre bande nivelée à l'extérieur de la précédente.

Semblable aménagement des confins présente des avantages évidents et on y procède dans de nouvelles zones de boisement, bien que cela puisse signifier l'inclusion d'une certaine superficie de terrain de plantation de plus médiocre qualité.

Terrain boisé

Le terrain boisé adjacent est brûlé tôt et intensivement lorsque l'herbe se dessèche, puis à nouveau après la chute des feuilles, en prenant soin de ne pas endommager la voûte [illegible]. Les fourmilières situées à l'intérieur du pare-feu et en bordure du terrain boisé permettaient autrefois au feu de rebondir pour sauter à l'intérieur de la plantation, aussi les débarrasse-t-on maintenant complètement et systématiquement de toute végétation. Les arbres morts et les arbres dangereux situés en bordure du terrain boisé doivent être abattus et emportés.

Coûts

Le nivellement avec un Grander 120 Caterpillar revient à 15 K[1] au kilomètre et le passage au rouleau à 15 K supplémentaires au kilomètre.

SYSTEME DE DETECTION DES FEUX ET D'ALERTE

Tours de guet

Le système de détection des feux et d'alerte est une série de tours d'acier situées en des points stratégiques et dispersées dans toute la plantation à intervalles de 10 km à peu près. On tire parti de toute colline convenablement placée pour réduire la hauteur des tours en ces lieux.

Il importe que les emplacements choisis pour les tours permettent d'effectuer facilement des relèvements croisés.

Equipement

Les tours sont équipées d'un cercle de visée dont le dispositif simple permet la lecture des angles horizontaux à 1° près. Les cercles de visée sont installés de façon à coïncider avec les stigmographes utilisés pour le report graphique au centre antiincendie. La communication est assurée par une radio portative alimentée par une batterie très résistante enfermée dans une boîte d'acier au niveau du sol. Les batteries durent en moyenne trois semaines après quoi il faut les ramener au Centre pour les charger. Dans chaque observatoire se trouvent une paire de jumelles, une poche à eau, des vêtements protecteurs et un siège.

1/ 1K = US$ 1.56

Composition des équipes

Comme les risques d'incendies augmentent progressivement, l'unique équipe prévue pour chaque tour de guet au début de la saison est ensuite remplacée par trois équipes se relayant toutes les huit heures, dans les tours situées aux endroits stratégiques. Au cours de la saison sèche de l'année 1975, cinq incendies seulement ont été enregistrés comme s'étant déclarés entre 22 h et 06 h: ils ont causé peu de dégâts et ont été facilement maîtrisés.

Centres anti-incendies

Chaque groupe de plantations possède son propre centre anti-incendies où se trouve en permanence un dispatcher radio qui est relayé toutes les huit heures. Cet homme est chargé de faire le relevé des lieux où les tours de guet signalent des fumées et de prendre les mesures appropriées. Il tient un journal de bord, effectue un contrôle horaire des tours de guet et des mobiles, change les batteries et enregistre les observations météorologiques. Une grande partie du temps du dispatcher est occupé par la réception de messages administratifs, mais lorsqu'un incendie se déclare ceux-ci peuvent être interrompus.

Fréquence des incendies

En 1975, 2 721 fumées suspectes ont été notifiées aux deux principaux centres anti-incendies des plantations. On a recherché l'origine de 691 d'entre elles et 47 foyers d'incendie ont été maîtrisés.

Normalement, le qui-vive commence en mai et le nombre de feux s'accroît jusqu'en juin; il reste ensuite assez constant, puis il commence à diminuer en octobre et la saison des incendies forestiers s'achève vers la fin de novembre.

MAITRISE DES FEUX

Organisation générale

Tout employé peut donner l'alarme, mais l'investigation initiale et la lutte contre le feu incombent à des équipes spécialisées qui se composent normalement de deux escouades de six hommes plus un chef d'équipe, basées dans chaque centre anti-incendies des plantations et se déplaçant dans des véhicules complètement équipés. C'est seulement lorsque les conditions le justifient qu'ils font appel à l'échelon supérieur de l'organisation, comme stipulé dans le plan anti-incendies. Le personnel à temps complet des équipes anti-incendies est soutenu tour à tour par des groupes d'hommes différents et l'on espère que la totalité du personnel se familiarisera à la longue avec les principes de la lutte contre les incendies.

Types de feux

1) Les feux d'herbes qui se déclarent dans les jeunes plantations se propagent rapidement, mais des véhicules utilisant de l'eau peuvent généralement pénétrer dans la parcelle. Le feu peut être maîtrisé rapidement, mais il est nécessaire que des hommes à pied assurent une suite efficace des opérations pour garantir que le feu ne reprendra pas.

2) Dans les parcelles plus anciennes, les arbres réduisent l'effet du vent et la vitesse de propagation est moindre, notamment si l'on a pratiqué des brûlages surveillés; mais les véhicules ne peuvent pas quitter les routes et ils servent donc surtout à empêcher la propagation du feu d'une parcelle à l'autre. En tel cas donc, le feu doit être maîtrisé par des méthodes manuelles comme expliqué en détail dans le rapport de Chenny.

Equipement manuel

Outils de McLeod: Importés et munis sur place de poignées de bambou ils sont excellents pour la construction de pare-feu dans la masse de matériel inflammable de la litière.

Pelles: Elles sont à palette arrondie, ajustées à de longs manches et affutées.

Crochets à broussailles: On les utilise pour nettoyer les branches et la végétation poussant à faible hauteur avant de construire les pare-feux.

Haches: Elles sont utiles lorsque l'on rencontre un matériel combustible plus important, tel que les arbres abattus au cours de éclaircies.

Pulvérisateurs à dos: Un modèle d'une excellente conception a été importé d'Australie; il consiste en un réservoir de plastique de seize litres, muni d'une pompe et d'un s'attachant proprement tout autour du sac à dos.

Torches imprégnées: Elles sont très efficaces lorsqu'un allumage rapide est nécessaire.

Equipement mécanique

Véhicules

L'expérience indique que pour les conditions régnant en Zambie, la meilleure solution est un véhicule rapide à quatre roues motrices (vitesse de pointe d'au moins 100 km/heure), ayant une capacité d'à peu près 3 tonnes. Il doit être équipé d'une cuve d'acier à chicanes intérieures pouvant contenir environ 1 400 litres d'eau, d'une pompe, d'un dévidoir à tuyaux et d'outils manuels. Au moins un véhicule-citerne doit être disponible dans chaque zone.

Pompes à eau

Un pompe centrifuge produisant une pression d'au moins 10 bars, ayant une bonne vitesse de remplissage à faible pression et munie d'accessoires manuels ou autres dispositifs d'amorçage est recommandée.

Autre matériel

Les dévidoirs à tuyaux doivent être du type installé sur véhicule, soutenus aux deux extrémités et capables de porter jusqu'à 60 m de tuyau de caoutchouc de 20 mm de diamètre.

Les lances à incendie doivent être munies de dispositifs de pulvérisation de l'eau et de jets à éventail et d'un système d'arrêt à va-et-vient.

On utilise des tuyaux de caoutchouc résistants, renforcés de tissu, de 20 et 25 mm de diamètre. Les tuyaux de toile sont surtout utilisés pour le remplissage des réservoirs, mais on transporte quelques longueurs de tuyaux de 38 mm sur les grands véhicules-citernes pour utilisation en cas d'incendie d'une scierie ou autre incendie statitique. En général, les véhicules combattent le feu en progressant, aussi ne faut-il pas qu'ils soient ancrés à d'interminables longueurs de tuyaux.

Des cuves amovibles peuvent être utiles sur des camions de type classique ou de trucks légers; il s'agit de préférence de cuves à chicanes intérieures en acier léger, munies d'une petite pompe et d'un dévidoir à tuyaux qui sont montés sur la partie supérieure. Elles sont chargées vides sur le véhicule, puis remplies d'eau. Les outils manuels et autre matériel nécessaires doivent être conservés au lieu de chargement.

<u>Des Bowser sur roues</u>, halés par tracteur ou Land Rover, peuvent être utiles pour refaire le plein.

Information sur les facteurs météorologiques affectant le comportement du feu

En Zambie, de manière générale, les conditions météorologiques deviennent progressivement plus propices aux incendies à mesure que l'on s'avance dans la saison sèche; mais il y a des jours où les conditions peuvent être plus sérieuses qu'escomptées. Compte tenu de ce facteur, on obtient chaque après-midi du Département météorologique des informations pour la journée suivante, en ce qui concerne:

(1) - La vitesse maximale du vent, (2) - La direction du vent, (3) - La température maximum et (4) - L'humidité minimum.

On se ménage ainsi la possibilité d'organiser les activités à l'avance et de donner l'alerte aux équipes supplémentaires dont on pourrait avoir besoin.

En outre, les renseignements sur les conditions météorologiques locales sont recueillies chaque jour à 09 h 00 et 16 h 30 dans les centres anti-incendies où l'on consigne la température de l'air, le degré hygrométrique et les températures maximum et minimum. La direction et la vitesse du vent sont enregistrées toutes les heures. Toute précipitation est mesurée et un thermohygrographe produit un diagramme hebdomadaire de la température et de l'humidité.

Les informations météorologiques sont utilisées dans la préparation des rapports concernant le feu, dans le calcul de l'indice de sécheresse (voir Cheney, 1971) et dans le calcul du danger d'incendie, en utilisant le système de mensuration des dangers d'incendie forestier de McArthur.

BIBLIOGRAPHIE

Cheney, N.P. 1971 — Fire protection of industrial plantations. Forest industries feasibility study, Zambia. Rome, FAO. Technical Report 4.

Laurie, M.V. 1975 — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines. Collection FAO: Mise en valeur des forêts No. 19. Rome, FAO.

PROTECTION CONTRE LES INSECTES RAVAGEURS ET LES MALADIES 1/

Z.O. Momoh
Federal Ministry of Industries
Lagos, Nigeria

M.O. Akanbi
Forest Research Institute of Nigeria
Ibadan, Nigeria

TABLE DES MATIERES

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane.

INTRODUCTION

La Savane occupe entre 75 et 80% de toute la couverture végétale du Nigeria. Ainsi, sur la totalité de la superficie forestière, qui est sensiblement de 96.000 km^2, la savane couvre approximativement 76.000 km^2. Toutefois, la plus grande partie des réserves de savane est composée de forêts de faible valeur, parsemées de nombreux pâturages. Il se peut par ailleurs, que les réserves de forêts denses, évaluées à 20.000 km^2 et dotées d'un immense potentiel industriel, ne soient en mesure de répondre à la très forte demande de bois.

A l'heure actuelle, environ 1,5 million de 22 m de bois sont consommés annuellement au Nigeria. A ce rythme, la forêt dense devrait être réduite à néant en moins de 30 ans. Il est donc indispensable de trouver les moyens d'accroître l'offre de bois du pays, en partie par le biais d'une revalorisation de la savane. De plus, des disponibilités de bois facilement accessibles pour les besoins locaux immédiats sont souhaitables dans les savanes.

Dans ces circonstances, ces vastes espèces de savane demandent à être convertis en forêts productives. C'est là une tâche qui exige l'établissement d'immenses forêts artificielles, moyennant une recherche intensive et le recours aux techniques d'aménagement à grande échelle. Sans doute, ces peuplements artificiels sont-ils loin de posséder l'équilibre biologique qu'ont les forêts naturelles. D'où l'apparition de maladies et de ravageurs des forêts et du bois, dont quelques-uns ont parfois causé de véritables épidémies dans les monocultures, entravé directement l'établissement ou l'aménagement de certaines essences forestières ou encore nui à la bonne venue des tiges dans les pépinières et les plantations, occasionnant ainsi de très faibles rendements.

On n'a guère fait de recherches sur les insectes ravageurs de la forêt et du bois dans les savanes du Nigeria. Sous forme d'inventaire des insectes forestiers, c'est Roberts (1969) qui, pour la première fois, a fait l'étude générale des insectes forestiers en savane à compter de 1962. Cette étude faisait suite à un travail anologue entrepris au Nigeria par Eidt (1963) mais qui se limitait aux insectes ravageurs des essences indigènes des seules forêts denses de basse altitude. Avant cela, le West African Timber Borer Research Unit (WATBRU) (Laboratoire de recherche sur les insectes du bois de l'ouest african), dont le principal centre d'activité se trouve au Ghana, avait aussi étendu au Nigeria, mais dans une assez faible mesure, ses recherches sur les insectes forestiers. Toutefois, des études biologiques détaillées sur quelques insectes importants du bois, principalement des coléoptères ont été effectuées (Rapports du WATBRU 1953-58, 1959, 1960, 1961, 1961-62). De plus, des méthodes efficaces de lutte contre les termites dans les plantations de jeunes Eucalyptus ont été mises au point par Lowe en 1960. De plus amples expérimentations ont aussi été faites par Sands (1962 a, b). Il est maintenant courant de traiter les plants d'Eucalyptus contre les termites avant leur mise en place définitive.

L'inventaire des maladies des forêts de Parker (1964) en répertorie un certain nombre dans les plantations et les pépinières des zones de savane du Nigeria. La plupart ne causait à l'époque que des dégats mineurs, exception faite de la fonte des semis dans quelques pépinières et du pourrissement des racines de E. camaldulensis (à Okene) dû à Polyporus sp.

A mesure que s'est développée la plantation de teck dans les zones de savane, le pourrissement des racines de cette essence a pris de telles proportions qu'on y a porté la plus grande attention (Momoh 1973 et 1974). D'autres problèmes posés par les maladies à l'établissement des plantations dans la savane ont aussi été répertoriés et étudiés brièvement ou en détail (FAO 1970).

PRINCIPAUX PROBLEMES CAUSES PAR LES INSECTES RAVAGEURS

En forêt de savane, les attaques des insectes ravageurs sont moins graves et moins fréquentes qu'en forêt dense humide, en raison sans doute et surtout du climat. Ces insectes n'y occasionnent pas moins sporadiquement de sérieux problèmes.

De tous, le plus préoccupant est peut-être celui de l'acajou, nom bâtard donné à un groupe d'espèces de la famille des Meliacées, qui recouvre quelques-unes des essences d'arbres indigènes, les plus précieuses et les plus prisées tant sur place qu'à l'exportation. Au Nigeria, tous les membres de la tribu des Swietenoidées sont attaqués par le célèbre borer de l'Acajou, l'Hypsipyla, un pyralidé, et par des espèces étroitement apparentées. Ils attaquent la pousse, la tige, l'écorce, les fleurs et les fruits de leurs hôtes. L'impact de ce ravageur fait généralement obstacle à l'établissement et à l'aménagement efficace des essences qui y sont sensibles. Toutefois, dans la savane, Khaya senegalensis, très justement appelé acajou de savane, est le plus communément planté (comme arbre d'ombrage) surtout dans le nord de la Guinée et du Soudan. Dans la savane dérivée K. ivorensis et K. grandifoliola sont parmi les espèces d'acajou les plus couramment plantées. Elles sont toutes sévèrement attaquées bien que, selon Roberts (1969), il y ait annuellement moins de générations d'insectes que dans les forêts denses du Sud.

Il existe d'autres insectes ravageurs de l'acajou, mais ceux-ci sont beaucoup moins nuisibles que les Pyralidés mineurs. Parmi les grands défoliateurs et xylophages se trouvent Pachypasa denticula Bethune-Baker (Lasiocampidae); Pseudobuneae epithyrena (Maasen et Weyding), Lobobuneae christyi Sharpe, Nudaurelia dione (Fabricius) (Saturniidae); Cryptoblades ghidiella (Milliero), Pyralis manihotalis (Guenee) (Pyralidae), la mouche Lucilia cuprina (Wiedmann), un calliphoridé, et une infinité d'autres, y compris quelques coléoptères. Quelques-uns de ces ravageurs ont un large éventail d'hôtes. Roberts (1969) par exemple, constate la présence de P. denticula dans la plus grande partie de la savane. Il a été observé sur Eucalyptus camaldulensis, l'hôte favori, E. deglupta, E. microtheca et E. tereticornis. La larve de cette espèce attaquait les eucalyptus âgés de 3 à 16 an et ravageait jusqu'à environ 18% des peuplements les plus âgés mesurant entre 14 et 20 m de haut.

Les principaux ennemis de Daniellia spp sont quelques-uns des coléoptères qui s'attaquent aux bois abattus et aux bois débités. D'autres font partie de ceux qui causent des dégâts au bois et se nourissent de l'aubier des tiges de plantation et des arbres de la forêt naturelle. Toutefois, la plupart des attaques ne sont apparemment que secondaires, car souvent des facteurs de prédisposition tels qu'une vigueur diminuée ou un dommage mécanique jouent un rôle important. Parmi les coléoptères borers de D. oliveri, on compte Plocaederus viridipennis (Hope) qui attaque aussi bien des arbres abattus que des arbres sur pied, et Pachydissus camerunicus Aurivillins. Dans ce dernier la présence de sciure aux abords d'un arbre gravement attaqué est symptomatique et il arrive que l'arbre en meurt. L'état des arbres prédisposés à ces attaques peut être aggravé par les insectes suivants: le Xyloperthella crinitarsis Imhoff, espèce omnivore commune, Synoxylon ruficorne Fabricium (Bostrychidée); et certaines espèces de colydidés et curculionidés.

Isoberlina doka est une autre espèce indigène commune de la savane qui est la proie d'une foule d'insectes, parmi les plus importants desquels se trouvent certains lépidoptères, dont deux, Elaphrodes duplex (Gaede) et Epanaphe moloneyi (Druce) (Notodontidae) sont des défoliateurs; le premier est très virulent, étant souvent capable de mettre les arbres complètement à nu. Le lasiocampidé G. rufescens est aussi un important défoliateur, mais les plus graves défoliations restent habituellement localisées.

Le noctuidé Crypsotidia conifera Hampson est un redoutable défoliateur des Acacias de différentes espèces, et spécialement de A. albida. Il peut détruire jusqu'à 50% du feuillage de grands arbres. Parmi les nombreux autres insectes ravageurs des Acacias, figurent les noctuidés Pandesma anysa Guence dont le comportement sur son hôte est semblable à celui de C. conifera, et Characome nilotica Hmp qui attaque les fruits de A. nilotica; ainsi que le psychidé Cryptothelea junodi (Heylaerts), défoliateur d'acacias très répandu.

On a signalé récemment des attaques sévères d'une espèce d'insecte nouvelle et non décrite sur Acacia nilotica: le charançon, Pachyonx sp perce la pousse de l'hôte et provoque des gales. Il est considéré comme un ravageur potentiellement dangereux qui a attaqué environ 60 ha de plantations. Parmi les autres hôtes importants du C. junodi, on compte les exotiques suivants: Eucalyptus camaldulensis, E. deglupta, E. torelliana (particulièrement apprécié); et parmi les espèces indigènes Anogeissus leiocarpus et Bauhinia rufescens. Quelques espèces d'eucalyptus sont aussi victimes de Bunea alcinoe Cram., un saturniidé défoliateur dont le large éventail d'hôtes comprend certaines espèces d'acajou ainsi que Balanites aegyptica et Cussonia bateri.

D'autres insectes ravageurs parasitent les eucalyptus, dont des défoliateurs, des mineuses, des enrouleuses et des teignes (coleophores), sans compter les dommages causés au bois et à l'aubier par les coléoptères foreurs et les annelateurs. Les premiers ont une plus grande importance pour des arbres hôtes déjà assez grands, car ils en altèrent l'état à des degrés divers. Toutefois, les dommages causés aux Eucalyptus de différentes espèces par les termites sont encore plus sérieux. D'ordinaire, l'Eucalyptus doit être traité dès la pépinière ou au cours du premier stade de la plantation contre les attaques des termites. Sans ce traitement, les pertes pourraient être excessives. 1/

Les attaques des termites portent aussi sur d'autres exotiques mais sont habituellement moins significatives ou seulement secondaires sur des espèces comme les pins, Azadirachta indica et les Acacias. Selon Lowe (1960), les attaques de termites ont freiné l'établissement de plantations d'eucalyptus dans la savane, bien que certains des traitements anti-termites mis au point aient beaucoup amélioré la situation. On ne saurait donc trop insister sur l'impact des termites dans le développement forestier, notamment en région de savane, sans parler de leur rôle dans la dégradation biologique du bois pendant son entreposage, son transport et son utilisation.

L'orthoptère Zonocerus variegatus L. (Pygomor phidae) largement répandu, se nourrit sur les pins mais sans effet grave. Généralement, les pins, Gmelina arborea et Azadirachta indica entre autres, ne sont apparemment en butte qu'à quelques rares insectes. Dalbergia sisoo et les eucalyptus sont par compte les victimes des attaques de Diacrisia lutescens (Walker), arricidé qui sévit dans les pépinières et les plantations. Tectona grandis héberge aussi certains insectes, mais les dommages qu'ils lui causent bien que parfois importants, sont rarement préoccupants. D'une manière générale, de nombreux autres insectes ont été observés sur différents arbres-hôtes en savane, mais apparemment, la plupart sont restés en deçà du niveau de tolérance et leurs attaques ont été jusqu'à présent contenues par leurs hôtes respectifs.

PRINCIPAUX PROBLEMES CAUSES PAR LES MALADIES

La maladie des plantations la plus importante sur le plan économique enregistrée en Nigeria est la pourriture des racines du teck (Tectona grandis Lin. F.) provoquée par Rigidoporus lignosus (Klotzsch) Imazeki. Cette maladie est largement répandue dans les zones de savane dérivée du Nigeria, sauf dans la Nimbia. Bien que son taux de mortalité varie d'une région à l'autre, on a enregistré une perte d'environ 30% (Momoh 1974) à l'âge de cinq ans à Egabada (région d'Idah).

Cette maladie sévit surtout dans les sites mal drainés mais peut aussi se manifester dans des formations géologiques très diverses. Le premier signe apparent est habituellement le jaunissement des feuilles qui tendent à tomber prématurément. Ces symptômes cependant n'apparaissent qu'au moment où le système radiculaire est déjà gravement atteint et l'hôte sur le point de mourir (Momoh 1973). Des Sporocarpes peuvent se développer ou non sur l'hôte attaqué.

1/ Voir Laurie (1975) pour l'utilisation d'insecticides dieldrin et aldrin pour la protection contre les termites.

On a constaté qu'en certains endroits les tecks meurent d'une maladie du dépérissement causée par Stemphyllium sp. L'agent pathogène est suivi de près par Beltrania.

Bien que différentes espèces d'Eucalyptus soient couramment cultivées dans la zone de savane du Nigeria, leurs maladies sont rares. Par endroits, un Ceratocystis sp. en association avec un stress dû au manque d'eau, entraîne la mort de E. robusta. Ce phénomène ne survient qu'au plus fort de la saison sèche. On a aussi découvert qu'une bactérie non identifiée provoque la nécrose des feuilles de E. camaldulensis.

Dans certaines parties de la savane guinéenne du sud, on a relevé des cas sporadiques de pourriture des racines chez Gmelina arborea issu de souches. De telles infections surviennent parfois sur des tecks issus de souches et proviennent habituellement de champignons qui ont un large éventail d'hôtes, tels que Geotrichums et Gloesporoides.

Des espèces comme Pestalotia et Pestalotiopsis sont fréquemment associées avec le dépérissement d'un certain nombre d'arbres de plantation. On a également constaté leur association avec la nécrose des aiguilles âgées de différents pins. La Nigeria (et le reste de l'ouest africain) ont jusqu'à présent échappé à Dothistroma, puceron des pins, bien connu mais on sait que, dans l'est africain, Pestalotia, est quelquefois associé avec des pucerons du même genre sur Pinus radiata, essence de moindre importance dans les plantations de l'ouest africain. L'apparition courante de Pestalotia dans l'ouest africain donne toutefois matière à reflexion et à vigilance.

Dans les pépinières, la fonte des semis se manifeste, par endroits, à des degrés divers. Cette maladie n'est plus significative dans de nombreuses pépinières où l'on a recours à des techniques efficaces et à des "pots" plutôt qu'à des germoirs ou des caisses à repiquages pour la production de jeunes plants. Rhizoctonia solani et Fusarium spp. sont les champignons qui causent le plus communément la fonte des semis.

Les coupes de bois ne sont effectuées couramment que dans les zones de savane dérivée. Les espèces exploitées comprennent des bois variés de couleur claire susceptibles de bleuissement en raison de leur sensibilité au champignon Botryodiplodia theobromae. L'infection est plus grave pendant la saison des pluies que pendant la saison sèche (Momoh 1966). On peut l'enrayer moyennant extraction rapide des bois abattus suivie d'un débit et d'un séchage rapide. Comme l'attaque peut survenir en quelques jours, un traitement chimique immédiatement après l'abattage est souhaitable si les billes doivent être laissées à l'état vert pendant une semaine ou plus. Différents produits chimiques peuvent être utilisés en pulvérisation ou en immersions (Momoh et Oluyide 1967, Momoh et Akanbi 1969).

CONCLUSION

Bien que des inventaires préliminaires des maladies et insectes ravageurs aient été effectués dans les zones de savane du Nigeria, une vigilance constante et des contrôles périodiques s'imposent pour que toute attaque de maladies ou d'insectes ravageurs soit signalée et maîtrisée avant que les dommages ne prennent de l'importance. La pourriture des racines du teck et l'attaque des acacias par Pachyonyx prouvent à l'évidence la nécessité d'un contrôle continu. De telles manifestations soudaines de maladies et d'insectes ravageurs ont été aussi observées dans les zones de savane d'autres parties de l'Afrique. A citer, entre autre exemples notables, l'apparition en 1972 de Phoracantha recurva en Zambie, l'éruption sporadique de Plagiotriptus pivinorus au Malawi et la pourriture des racines de l'eucalyptus provoquée par Phaeolus manihotis au Ghana.

Il est donc bon d'effectuer des contrôles périodiques de routine des maladies et des insectes ravageurs dans les pépinières et les plantations. Ces ennemis naturels de l'homme ne reconnaissant aucune frontière politique, il est indispensable que les phytopathologistes et entomologistes des divers pays coopèrent étroitement.

BIBLIOGRAPHIE

Eidt, D.C. 1963 — A survey of Insect Pests of Indigenous Trees in Plantations and Nurseries FAO Report No. 1775, 64 pp.

FAO 1970 — Savanna Forestry Research Station, Nigeria, Interim Report. FO:SF/NIR 16. 18-19.

Laurie, M.V. 1975 — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines. Collection FAO: mise en valeur des forêts No. 19. Rome, FAO.

Lowe, R.G. 1960 — Control of termite attack on Eucalyptus citriodora. Emp. For. Rev., 40 (1): 73-78.

Momoh, Z. O. 1966 — Blue stain in Antiaris africana. Technical Note No. 36. Dept. of For. Res. Ibadan. 10 pp.

Momoh, Z.O. 1973 — The root rot of teack (Tectona grandis) and its control. Research Paper (Savanna Series) No. 15. S.F.R.S. Fed. Dept. of For. Res. Samaru, Zaria. 17 pp.

Momoh, Z.O. 1974 — Studies on the butt rot disease of Teack (Tectona grandis Linn. F.). A thesis submitted to the Faculty of Agriculture, Forestry and Veterinary Science in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy of the University of Ibadan.

Momoh, Z.O. and Akanbi, M.O. 1969 — The efficacy of Sodium pentachlorophenol against blue-stain infection of timber. PANS 15(4) 574-7.

Momoh, Z.O. and Oluyide, A.O. 1967 — An attempt to control blue stain by the use of chemicals. Tech. Note 38. Dept. of Forest Research, Ibadan. 10 pp.

Parker, A.K. 1964 — Diseases of Forest Nurseries and Plantations. Report to the Govt. of Nigeria. FAO No. 1883. 40 pp.

Roberts, H. 1969 — Forest Insects of Nigeria, with notes on their Biology and Distribution. Comm. For. Inst., Paper No. 44, 206 pp.

Sands, W.A. 1962a — Observations on termites destructive to trees and crops. Tech. Rep. No. 26, Regional Research Sta., Min. of Agric. Northern Nigeria. 18 pp.

Sands. W.A. 1962b — The evaluation of insecticides as soil and mounds poisons against termites in agriculture and forestry in West Africa. Bull. Ent. Res., 53: 179-192.

LA PROTECTION DES PLANTATIONS CONTRE LES ANIMAUX ET L'HOMME [1]

Alhaji Hamsa Turabu
Kano State Forestry Department
Kano, Nigeria

TABLE DES MATIERES

1/ Document pour le Colloque sur le boisement dans les zones de savane.

On a récemment développé des méthodes satisfaisantes d'établissement de zones de forêt dans les savanes nigerianes.

Pendant l'établissement et l'entretien des plantations, les forestiers se sont heurtés à de nombreuses difficultés, à des dangers et à toutes sortes de problèmes avant d'atteindre les objectifs en vue. Le problème le plus difficile pour les forestiers, ici, a cependant été la protection des plantations contre les éléments biotiques de l'environnement. Pour cette raison, on a imaginé, au cours des années, différentes méthodes de protection au succès variable. Parmi les facteurs biotiques, les hommes et les animaux présentent un problème spécial. Cet article traite de certains aspects des méthodes actuellement en cours pour protéger les plantations contre l'homme et les animaux dans l'état de Kano en particulier et dans les zones de savane en général.

Les méthodes générales de protection comprennent clôture, propagande de masse, soins culturaux et surveillance.

CLOTURE

On a trouvé cette méthode également satisfaisante pour éloigner hommes et animaux des plantations. La présence d'une clôture fait bien comprendre à tout individu que la zone clôturée est défendue d'accès, puisque cette méthode est courante parmi les habitants locaux pour protéger leurs biens.

Dans l'état de Kano, les plantations forestières sont clôturées par des fils métalliques de 1,2 m de hauteur soutenus par des poteaux d'azara (Borassus aethiopium) d'1,8 m de hauteur à un intervalle de 3 m, avec un fil de fer barbelé à environ 10 cm au-dessus des autres fils.

Alternativement, on utilise parfois quatre fils de fer barbelé horizontaux à environ 60 cm d'intervalle jusqu'à une hauteur de 1,5 m sur des poteaux de Borassus, lorsqu'il n'y a pas de fils métalliques, sans barbelés.

Ces méthodes se sont révélées efficaces seulement pour éloigner l'homme.

Une légère modification de la première méthode de clôture décrite plus haut s'est révélée efficace contre le bétail.

Il est très efficace de clôturer une plantation avec des fils métalliques résistants de 1,2 m de hauteur, attachés à des poteaux d'azara d' 1,8 m à un intervalle de 3 m, et en mettant un seul fil de fer barbelé au milieu pour empêcher tout dégât fait par le bétail. Puisque le bétail ne se nourrit pas d'Azadirachta indica (Neem) d'Eucalyptus spp. et de Cassia siamea (Kashiya) sauf en cas d'extrême sécheresse, on pourrait donc enlever les clôtures dans une plantation composée de ces espèces après 2 ou 3 ans d'établissement ou au moment de la formation du couvert. Mais dans le cas de Khaya senegalensis (Madaci), Dalbergia sissoo (Dalbergia), Acacia nilotica (Bagaruwa), Acacia albida (Gawo) etc., on ne devrait pas enlever la clôture avant que les arbres atteignent 4 ou 5 mètres de hauteur. De même, si le taillis est exploité, il faudrait le clôturer jusqu'à ce qu'il atteigne la même hauteur.

La chèvre est assurément l'animal qui cause le plus de dégâts dans les plantations. Elle se nourrit de tout ce qui est vert. Les épines de l'Acacia n'empêchent pas cet animal d'en manger les rejets. A cause de sa taille, la chèvre peut aussi facilement se faufiler à travers de petites ouvertures qui peuvent éloigner l'homme ou le bétail.

Une clôture efficace contre les chèvres se compose d'1,2 m de fils métalliques résistants attachés à 1,6 m de poteaux Borassus à un intervalle de 3 m mais avec deux fils de fer barbelé, l'un en haut et l'autre au milieu. En outre, on amoncelle de la terre à la base de la clôture pour recouvrir les deux premiers fils horizontaux. Ceci pour empêcher la chèvre de se glisser au-dessous. Les ouvertures ou les entrées doivent

être reduites au minimu le long de la clôture. En fait, il est conseillé d'utiliser des échelles situées à des endroits commodes le long de la clôture pour entrer à l'interieur de la zone clôturée.

La méthode en question est également efficace contre les moutons.

Un ou deux fils barbelés suffisent pour éloigner les chameaux avec efficacité.

A l'exception des reserves forestières éloignées, il est improbable que des dégâts soient causés par des animaux sauvages, puisque les reserves forestières sont généralement situées dans des zones cultivées depuis des décennies. On croit que la méthode de clôture utilisée contre les chèvres sera efficace contre les herbivores sauvages.

PROPAGANDE DE MASSE

Cette méthode de protection des plantations contre l'homme pourrait être celle qui causerait le moins de difficulté si elle était bien organisée. Cependant, l'expérience a montré que cette méthode ne réussit pas dans les zones à faible population. D'habitude, ce système implique la diffusion dans des lieux publics tels que les marchés, les mosquées, les églises,etc., de consignes interdisant l'accès de zones spécifiques. Il est habituel de faire état d'une amende ou d'une peine d'emprisonnement pour les contrevenants. Parfois ont lieu des débats à la radio, en langue locale, sur les raisons pour lesquelles on protège ces zones. On montre aussi des documentaires dans des cinémas mobiles pour faire comprendre ces raisons à la population.

Cependant, malgré la propagande, les gens continuent à pénétrer par infraction sans être pris.

SOINS CULTURAUX

Cette méthode de protection des plantations est utilisée contre certaines activités de l'homme. Dans les zones de savane de Nigeria, différentes espèces d'herbe sont utilisées de façon courante pour le chaume des toits, la fabrication de nattes et le fourrage. Les gens vont donc ramasser ces herbes dans les plantations et, très souvent, brûlent intentionellement le sol pour favoriser une recroissance active des herbes. Parfois il mettent le feu par malveillance. On entreprend les soins culturaux de nettoyage en août et janvier dans les plantations nouvellement établies, pour supprimer l'herbe. Dans l'état de Kano, ces soins culturaux sont faits mécaniquement.

SURVEILLANCE

En plus d'une clôture, il est nécessaire d'employer un gardie, (connue localement sous le nom de maigadi) dans les plantations forestières de plus de 40 ha. Une clôture entourant une plantation de cette taille s'est révélée insuffisante sans un bon gardien qui surveille la zone.

La tâche d'un gardien est de veiller à l'entretien de la plantation en général. Cela comprend la réparation des clôtures, le signalement de cas de maladie, d'insectes nuisibles ou d'incendie, etc. Ses qualités principales devraient être une grande influence sur toute la population du lieu, du courage, un sens du devoir, et la connaissance du secteur ou de la zone qu'il surveille.

L'expérience a montré qu'il vaut mieux, et qu'il est plus économique, de mettre un gardien dans une zone plutôt que de mettre une clôture coûteuse quand il s'agit des dépradations de l'homme.

Il est important de mentionner que la protection est un facteur assez coûteux dans l'établissement de plantations forestières dans les zones de savane (surtout dans la zone soudanaise). L'analyse du coût des clôtures dans l'état de Kano est montrée aux tableaux 1 et 2 ci-dessous. Les chiffres ne comprennent pas le coût de la surveillance. Le coût de la clôture, seul, entre pour 70% dans le coût total d'établissement des plantations dans la zone soudanaise de l'état de Kano.

ANALYSE DU COUT D'UNE CLOTURE D'UNE PLANTATION DE 40 HA DONT LES DIMENSIONS SONT 800 m SUR 500 m

Specifications

1. forme de la plantation: rectangulaire
2. périmètre: 2 574 m
3. espacement des poteaux azara: 3 m
4. nombre des fils barbelés: 2
5. nombre de fixation contre les poteaux: 3
6. longueur du fil individuel: 50 m
7. " " " barbelé: 220 m
8. " " " de fixation: 333 m
9. " de poteaux: 2 m
10. coût du fil métallique: 30 Naira (US$ 48)
11. " " " barbelé: 20 " (US$ 32)
12. " " " de fixation: 20 " (US$ 32)
13. " des poteaux: 1,20 Naira (US$1.92)
14. main-d'oeuvre pour la clôture: 7,5 homme-jour/ha
15. " " " " les fossés: 12,5 homme-jour/ha

COUT

Fournitures	N°	Coût par unité	Coût total (40 ha)	Remarques
Fil métallique	52	N 30	N 1 560	
fil barbelé	52	20	640	deux longueurs
fil de fixation	3	20	60	
poteaux azara	430	1,20	516	à couper en deux
coût des fournitures			2 776	
main-d'oeuvre clôture			525	
main-d'oeuvre fossés			875	
			1 400	
somme totale			4 176	

Coût par hectare N104,40 (US$167)

ANALYSE DU COUT D'UNE CLOTURE POUR 1,6 KM DE RIDEAU BOISE

Specification

1. forme: linéaire, 1,6 km sur 33 m
2. périmètre: 3.593 m
3. espacement des poteaux azara: 3 m
4. fils barbelés: 2
5. nombre des fixations: 3
6. main-d'oeuvre clôture: 60 homme-jour
7. " " fossés: 100 " "

COUT

Fourniture	N°	Coût par unité	Coût total (1,6 km)	Remarques
fil métallique	65	N 30	1 950	
fil barbelé	34	20	680	deux longueurs
fil de fixation	8	20	160	
poteaux	1 078	1,20	1 293	à couper en deux
total			4 083	
main-d'oeuvre clôture			105	
main-d'oeuvre fossés			175	
somme totale			4 363	
coût par kilomètre			N 2 727 (US$4 363)	

N.B. n° d'hectare pour ces dimensions: 5,2 ha
coût moyen/ha; N 839,15
coût/ha de la terre agricole protégée à intervalle de 210 m entre les rideaux boisés; N 120.

N.B. En ce qui concerne les tables d'analyse des coûts, il est facile de voir qu'il est plus économique de clôturer une plantation de dimensions plus ou moins égales. Partout où cela est possible, la plantation ne devrait pas être de forme linéaire à moins que cela ne soit exigé, comme dans le cas des rideaux boisés.

Il s'est avéré qu'on peut utiliser de très bons fils métalliques pendant 10 ans et des poteaux azara pendant 6 à 10 ans. Sauf dans des cas extrêmes, on peut utiliser un fil barbelé pendant plus de 20 ans.

PLANIFICATION NATIONALE DES PLANTATIONS DE FORETS 1/

A.M. Oseni
Federal Department of Forestry, Ibadan, Nigeria

TABLE DES MATIERES

LA PLANIFICATION EST UNE NECESSITE

Depuis de nombreuses années, les forestiers sont conscients de la nécessité de planifier car, étant donné la durée de la révolution, toute erreur implique à la fois des pertes de temps et d'argent. La planification avait pour cadre le plan d'exploitation, qui rassemblait des informations sur une région particulière et, à la lumière de celles-ci, prescrivait pendant un certain nombre d'années les mesures à prendre pour réaliser les objectifs d'aménagement décrits dans le plan. Sous sa forme la plus simple, le plan d'exploitation pouvait se borner à prescrire la tenue des dossiers mais c'est souvent sur la base des informations ainsi recueillies que les plans modernes sont élaborés.

Le plan d'exploitation traditionnel ne tenait cependant pas compte des interactions avec les autres secteurs de l'économie ni même des interactions entre les zones exploitées dans le secteur forestier. Les plans s'étendaient en général sur dix ans, mais lorsque les circonstances se modifiaient dans l'intervalle, il fallait obtenir des plus hautes autorités la permission de les ajuster. En dépit de l'existence de registres annuels, les résultats obtenus n'étaient pas toujours confrontés aux objectifs du plan.

La planification moderne cherche à tenir compte des besoins du pays et à fixer des objectifs pour y faire face. La planification permet de prévoir comment ces directives seront mises en oeuvre avec, toutefois, une souplesse suffisante pour que le plan puisse être modifié rapidement en fonction de l'évolution des circonstances. Il faut pour cela que des informations fiables soient régulièrement fournies par le projet ou le secteur et puissent être analysées sans difficulté.

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane.

LE PLAN NATIONAL DE DEVELOPPEMENT

La plupart des pays ont un plan de développement national dont les objectifs sont fixés par les instances politiques. Les objectifs à longue échéance peuvent être énoncés en termes généraux, par exemple "améliorer le niveau de vie de la population", mais les objectifs à court terme peuvent être quantifiés, par exemple "produire suffisamment de bois à pâte pour faire face aux besoins du pays avant la fin de la période quinquennale". Les planificateurs doivent définir les méthodes par lesquelles les objectifs seront réalisés et dans certains secteurs, les objectifs peuvent en fait devenir des contraintes.

Les forêts tiendront, dans le plan national de développement de nombreux pays, une place importante. La demande de produits forestiers croît rapidement et il faut aussi tenir compte du développement des zones rurales.

LA PLANIFICATION DANS LE SECTEUR FORESTIER

Quelle que soit la structure du secteur forestier (c'est-à-dire la façon dont il est divisé entre le contrôle étatique et l'entreprise privée), il doit y avoir une politique d'ensemble exposant les objectifs fixés pour le secteur forestier. Il faudrait créer dans ce secteur un organisme de planification chargé de déterminer comment atteindre les objectifs fixés par les instances politiques. A cette fin, l'organisme en question devrait être en mesure de:

(1) recueillir et analyser les données;

(2) proposer différentes lignes de conduite pour réaliser les objectifs;

(3) évaluer les options possibles en tenant compte de divers critères; et

(4) surveiller l'exécution du plan et l'ajuster en fonction de l'évolution des circonstances.

L'organisme de planification doit d'abord identifier les besoins en services et en produits. Le tableau 1 les indique pour le Nigeria, mais des tendances analogues s'observent dans d'autres pays africains.

Tableau 1. Projection de la demande de produits forestiers au Nigeria

	1974	1980	1990	2000	Unités
Bois de sciage	900	1 600	3 500	7 000	'000 m^3
par habitant	0,012	0,019	0,032	0,047	m^3
Contreplaqué	45	80	175	350	'000 m^3
par habitant	0,0005	0,0010	0,0016	0,0023	m^3
Autres panneaux	12	66	245	446	'000 m^3
par habitant	0,00016	0,00078	0,00230	0,00300	m^3
Papier et panneaux de particules	110	210	600	1 400	'000 m^3
par habitant	1,5	2,5	5,5	9,0	kg
Conversion en bois rond					
Grumes de sciage		2 300	5 000	10 000	'000 m^3
Grumes de placage		240	530	1 000	"
Bois à pâte		840	2 400	5 600	"
Total m^3		3 380	7 930	16 600	"

Source: Projet FAO de mise en valeur de la forêt dense, Département fédéral des forêts, Ibadan.

Outre la demande de produits, il y aura une demande considérable de services - rideaux-abris, lutte contre l'érosion etc. - qui seront assurés surtout par des plantations, car il est peu probable que l'on trouve un couvert naturel d'arbres là où ces services sont nécessaires. Selon toute probabilité, on préférera faire aussi appel aux plantations pour la fourniture des produits, car les utilisations industrielles exigent une matière première de dimension et de qualité suffisamment uniformes.

On peut ensuite évaluer les superficies nécessaires pour faire face à la demande probable. Il faudra tenir compte des améliorations futures de l'efficacité de la conversion, de l'impact des produits de remplacement et de l'utilisation croissante des espèces dites secondaires. Les superficies actuellement occupées par les forêts naturelles et par les plantations sont bien connues dans l'ensemble, grâce aux indications qui sont consignées dans les plans d'exploitation, etc. Il importe cependant de faire en sorte que ces chiffres résultent de relevés effectués sur place et ne soient pas le fruit d'estimations d'une précision douteuse.

Il faut ensuite déterminer le rendement des forêts naturelles et des plantations. La plupart des pays ont réalisé dans les forêts naturelles des inventaires par sondage relativement peu poussés, complétés par des cartes plus détaillées des peuplements, établies par les entreprises forestières ou pour leur compte. On a donc une bonne idée des rendements actuels mais les rendements futurs pourraient être plus difficiles à prévoir car les espèces secondaires n'étaient pas prises en considération dans le passé. Autre inconvénient des inventaires antérieurs: ils ne tenaient souvent pas compte des défauts ou de la classe de la grume.

Ces deux points doivent être pris en considération dans les inventaires actuels pour tenir compte des modifications technologiques qui permettront dans l'avenir d'exploiter pl complètement les forêts naturelles.

Le rendement des principales espèces plantées a été étudié dans de nombreux pays et des parcelles-échantillons ont été mises en place pour obtenir les données nécessaires à l'établissement de tables de cubage et de rendement. Plusieurs pays ont établi des tables de cubage préliminaires pour les principales espèces de petite dimension plantées en savan mais, pour les tableaux de rendement, il faut souvent attendre que des données supplémenta res aient été obtenues car les arbres sont généralement assez jeunes. On ne saurait trop insister sur la nécessité de mettre en place régulièrement des parcelles-échantillons perm nentes dans toutes les zones de plantation: non seulement elles fournissent des données po les tables de cubage et de rendement, mais elles permettent aussi d'estimer le rendement des compartiments (complétés par des parcelles temporaires) et de surveiller le rendement des arbres durant la première rotation et les rotations ultérieures, ce qui a son importan car on a constaté que la production de certaines essences exotiques diminuait au cours de la deuxième rotation.

PLANIFICATION DES PLANTATIONS

Bien qu'il puisse être nécessaire d'établir des plantations pour faire face à une bo part de la demande de services et de produits, les plantations doivent toujours être consi rées dans le cadre de l'ensemble du secteur forestier et non isolément. L'époque, le lieu la dimension, les espèces et les techniques à utiliser sont autant d'éléments à considérer lors de l'établissement d'une plantation et, pour évaluer les bénéfices, il faut bien conn tre le produit: quantité, type, prix et date de disponibilité.

L'organisme chargé de la planification du secteur forestier doit indiquer les projet qui permettront de réaliser le programme de plantation. Il importe que cet organisme ne soit pas considéré comme la seule source d'idées pour lancer des projets, car les praticie ont fréquemment une vision plus exacte des types de projets réalisables, compte tenu de ce taines contraintes en matière de site, de personnel, etc. Il conviendrait également de ma tenir un contact étroit avec les organisations responsables des recherches forestières de façon que les thèmes de recherche prometteurs puissent être abordés sans retard. En fait, les services de planification, de recherche et de gestion inventaire, etc. devraient tous faire partie de la même organisation.

Une fois que les projets possibles auront été identifiés et qu'un tri préliminaire aura été réalisé, il faudra formuler des propositions pour chaque projet. Watt (1973) a i qué les grandes lignes des schémas de projet à présenter aux autorités qui détiennent le p voir de décision: étude des aspects techniques, commerciaux, financiers, économiques, admi nistratifs, sociaux et politiques, et modalités de financement du projet. Les critères à utiliser pour le choix entre plusieurs projets ont été récapitulés comme suit par Adeyoju (1975): volume maximum, emploi, balance des paiements, bénéfices, recettes nettes actualisées (RNA), taux de rentabilité interne (TRI), valeur ajoutée, coefficient de capital, produit social marginal, rapport coût/bénéfice, réinvestissement marginal par habitant et avantage social net.

Les RNA et le TRI sont les critères les plus fréquemment cités et il est généralemen possible de recueillir des données assez précises sur les coûts et les bénéfices pour que les chiffres obtenus soient suffisamment fiables. Les critères fondés uniquement sur le revenu économique direct, comme RNA, TRI, profits, valeur ajoutée, etc. ne donnent qu'une image incomplète de la situation et risquent de conduire au choix d'un projet contraire à la politique sociale du gouvernement. Il faut donc calculer aussi d'autres avantages,

notamment les répercussions sur l'emploi et le bénéfice social net. En ce qui concerne l'emploi, ces incidences peuvent être mesurées par le nombre, le type ou la localisation des nouveaux emplois créés ou par la valeur ajoutée nette, le coût par nouvel emploi ou l'effet sur la redistribution des revenus. Les économies de devises sont fréquemment mentionnées comme critère d'évaluation notamment pour les projets de production de bois à pâte, mais cela peut être illusoire car, dans une industrie utilisant une aussi forte proportion de capitaux, les avantages de la production indigène peuvent être plus que contre-balancés par le coût des machines ou des matières premières importées, ainsi que par le service des emprunts.

Pour choisir entre différents projets, on peut les classer suivant plusieurs de ces critères, mais le choix définitif peut être influencé par d'autres facteurs encore, par exemple, interactions avec d'autres projets à l'intérieur ou hors du secteur forestier ou capacité d'adaptation du projet à des circonstances imprévues, notamment à l'inflation.

La surveillance des résultats du projet par rapport à ses objectifs sera dans une large mesure assurée dans le cadre même du projet, de même que l'adaptation des méthodes ou des objectifs aux conditions locales. Il conviendra cependant d'exercer à l'échelon national une surveillance portant sur les interactions continues entre projets, les réactions aux politiques nationales et l'évaluation des résultats du projet. L'organisme de planification sectorielle sera également chargé de la coordination entre projets.

INCIDENCES D'UN PROGRAMME NATIONAL DE PLANTATION

Lorsqu'on décide que le meilleur moyen de couvrir tout ou une partie des besoins nationaux futurs de produits et services forestiers consistant à établir des plantations, cette décision peut avoir des incidences qui débordent largement le secteur forestier.

En premier lieu, les forêts peuvent fournir un excellent moyen d'exécuter les plans gouvernementaux visant à améliorer le niveau de vie dans les campagnes et à arrêter l'exode rural. Au Nigeria, on espère réaliser ces objectifs par l'intermédiaire de projets de mise en valeur forestière des zones rurales (par exemple projets agro-sylvicoles) et par le développement des forêts de ferme et des plantations forestières communales. Une importante main-d'oeuvre sera nécessaire à proximité des plantations et il faudra loger les travailleurs et assurer différents services sociaux si l'on veut retenir une main-d'oeuvre qualifiée permanente. Cependant, l'emploi à plein temps de ces travailleurs les soustraira à l'agriculture de subsistance qu'ils pratiquaient pour se nourrir ainsi que leur famille, en produisant aussi quelques aliments pour la vente. Ils continueront sans doute à produire en dehors des heures de travail une petite partie des aliments dont ils ont besoin mais, pour couvrir l'ensemble de leurs besoins et produire davantage des denrées alimentaires pour le reste de la population, il faudra mettre en oeuvre de grands programmes agro-sylvicoles conçus en fonction de la vocation des terres pour diverses cultures. La savane et la savane dérivée offrent des conditions particulièrement favorables à cet égard car elles bénéficient de fortes pluies au cours de la période de végétation et de nombreuses heures d'ensoleillement pendant la maturation et la récolte des céréales. Il faudra introduire une certaine mécanisation, pour les raisons suivantes:

1. Echelle des opérations: L'utilisation de méthodes manuelles à l'échelle de la plupart de grands programmes de plantations imposerait un énorme travail d'administration et de gestion.

2. Calendrier: plusieurs opérations (ensemencement, etc.) doivent être réalisées en très peu de temps.

3. Coût: par comparaison avec la plupart des pays développés, la composante de main-d'oeuvre continuera à être élevée, notamment dans les pépinières, au moment de la plantation et pour certaines opérations d'entretien et de récolte.

Il faudra aussi intégrer plus étroitement l'industrie du bois dans les programmes de plantation pour assurer que les zones de futaie les plus appropriées seront récoltées au moment opportun. Il faudra peut-être exercer une pression accrue sur l'industrie pour l'obliger à utiliser davantage des espèces d'importance secondaire, ce qui permettrait de défricher le terrain plus complètement.

Il faudra donner au personnel diplômé une formation plus approfondie en matière de gestion en réduisant éventuellement les études biologiques. On aura aussi besoin d'un plus grand nombre de spécialistes et il faudra recycler le personnel à intervalles rapprochés pour mettre à jour ses connaissances. Pour accélérer la fourniture des rapports, il faudra probablement court-circuiter les filières traditionnelles afin d'obtenir rapidement les chiffres nécessaires aux activités de surveillance.

BIBLIOGRAPHIE ET AUTRES SOURCES D'INFORMATION

Adeyoju, S.K. 1975 — Forestry and the Nigerian economy (La foresterie et l'économie nigeriane), Ibadan University Press.

Anon 1974 — An introduction to planning forestry development (Introduction à la planification de la mise en valeur des forêts) FAO/SWE/TF 118 - FAO, Rome.

Fraser, A.I. 1973 — A manuel on the planning of man-made forests (Manuel de planification des forêts artificielles) - Document de travail FO: MISC/73/22. FAO, Rome.

Johnston, D.R., Grayson A.J. & Bradley, R.T. — Forest planning (La planification forestière). Faber.

Watt, G.R. 1973 — The planning and evaluation of forestry projects (La planification et l'évaluation des projets forestiers). Institute Paper No. 45. Commonwealth Forestry Institute, Oxford.

PLANIFICATION DES PROJETS DE PLANTATION EN SAVANE 1/

T.G. Allan
Département des Forêts, FAO, Rome, Italie

TABLE DES MATIERES

1/ Document pour le Colloque sur le boisement des zones de savane.

INTRODUCTION

Les fonctions de planification et de gestion des forestiers sont depuis longtemps reconnues. Le plan d'aménagement classique constituait une basse permettant d'assurer une continuité réelle et ses procès-verbaux pouvaient être utilisés comme fondement rationnel pour la planification future. Selon les planificateurs modernes (Johnson, Grayson et Bradley, 1967), ces plans avaient trois principaux défauts: premièrement, ils manquaient de souplesse, deuxièmement, les critères d'après lesquels le succès relatif des diverses options possibles peut être jugé n'étaient pas définis et troisièmement, la planification ne se faisait généralement qu'au niveau de la forêt.

On employait le terme de planification pour décrire n'importe quoi, depuis une série de décisions arbitraires jusqu'à une enquête critique et perfectionnée sur toute la gamme des options ouvertes à une entreprise. La planification d'une entreprise de boisement en savane sera étudiée dans l'ordre suivant: 1) Canevas, 2) Préparation du projet détaillé et 3) Préparation du plan de plantation.

Après avoir fait le plan de plantation ou d'établissement, il faudra y incorporer ou y ajouter un plan d'exploitation, mais c'est là un élément qui complique encore la planification et qui dépasse la portée de la présente étude.

S'il faut planifier un projet, c'est surtout pour assurer une efficacité maximum et le plan doit indiquer les moyens les plus rationnels d'atteindre les objectifs proposés. La forme finale d'un plan rationnel est l'aboutissement d'une série d'approximations successives et l'on peut analyser à plusieurs reprises de nombreuses activités possibles à partir de données différentes, mais en dernière analyse, il s'agit de réaliser sur le terrain ce qui est planifié sur le papier.

LE CANEVAS

Le canevas peut être conçu à la base par le département des forêts, ou au sommet, par les planificateurs nationaux. Pour déterminer le canevas il faut avant tout évaluer l'offre et la demande de produits forestiers, pour localiser les priorités du développemnt. Par exemple, au Nigeria, Thulin (1966 et FAO, 1970) a étudié avant 1970 la consommation générale de produits du bois dans la région de la savane et l'évolution possible de l'agrégat de la consommation de ces produits dans l'avenir. Enabor (1971) a étudié plus récemment la situation à l'échelle nationale. Ces estimations de la consommation future fournissent un cadre utile pour étudier les attributions de ressources ainsi que les besoins de recherche du secteur forestier par rapport à l'économie nationale. Complétées par des données d'input et output, ces estimations constituent la base principale du canevas, mais ne suffisent pas pour une planification et une analyse détaillées de tel ou tel projet de développement.

A partir de ces données, les planificateurs nationaux ou les responsables du développement doivent pouvoir indiquer à l'échelle nationale ou sectorielle, l'ampleur du développement forestier et la priorité à lui assigner. Ce stade de la conception et de la sélection du canevas doit être préalable à la planification d'un projet détaillé. A partir d'un choix de canevas ou d'options possibles, les planificateurs du secteur forestier attribueront à leur tour les priorités et désigneront celles qui appellent immédiatement une planification plus détaillée. Ces projets devraient être à la fois techniquement possibles et commercialement rentables. Ce canevas correspond aux choix et aux priorités à l'échelle nationale.

LE PROJET DETAILLE

Si les planificateurs nationaux sont d'accord sur la nécessité de reboiser et ont établi un canevas pour les plantations en savane, l'étape suivante consiste à préparer un projet détaillé. Un projet de boisement peut varier en dimension, depuis quelques hectares destinés à constituer un abri ou à protéger le sol jusqu'à un vaste programme s'étandant sur 10 à 30 ans et exigeant des investissements considérables. C'est de ce dernier type de grand projet que l'on s'occupe principalement dans le présent document. Bien évidemment, si l'on se contente de réaliser au jour le jour un projet de plantation de grande échelle mettant en jeu des systèmes complexes d'établissement, on plonge inévitablement toute l'entreprise dans le chaos. Pour que l'entreprise soit efficace, il faut une planification dont les objectifs sont les suivants:

1) minimiser les coûts encourus pour atteindre les objectifs visés;

2) veiller à ce que ces objectifs aient de bonne chance être atteints en pratique en prévoyant les contraintes;

3) assurer la continuité;

4) estimer les ressources nécessaires et l'ordre dans lequel elles seront nécessaires dans le temps.

Le projet détaillé est essentiellement un document où sont exposés les objectifs, où figurent toutes les données disponibles pouvant être intéressantes pour le projet, où les diverses options possibles sont envisagées, où l'on indique quel programme doit être achevé en fonction du temps et où l'on assigne des valeurs aux inputs et aux outputs ainsi qu'à l'ensemble du projet. Au début, il s'agit essentiellement d'un travail de bureau exploitant les meilleures informations disponibles et donnant une idée du bilan économique de l'entreprise dans des hypothèses et conditions déterminées. Ce document donne aux autorités supérieures les renseignements dont elles ont besoin pour décider si le projet doit être approuvé et financé et sur quelle base. Après l'approbation, il sert à planifier les opérations, à établir le budget et à exécuter le projet. Plus la planification est solide plus la réalisation ultérieure est facile. La planification du projet détaillé se fait en trois principales étapes: 1) objectifs, contraintes et critères, 2) rassemblement des données et 3) évaluation et décision.

Objectifs, contraintes et critères

Le canevas peut avoir une base large et éventuellement des objectifs multiples, qui appellent des éclaircissements au stade du détail. Les objectifs doivent être réalistes, clairement définis, compatibles et chiffrés (FAO, 1974). Lorsqu'on cherche à formuler de façon plus précise, aux fins de la planification de détail, des objectifs d'abord exprimés en termes généraux, on peut s'apercevoir que le canevas primitif contient des défauts qui imposent des ajustements. De même, une fois déterminés les objectifs, les calculs préliminaires peuvent imposer de nouvelles modifications des priorités ou des objectifs. Par exemple, les objectifs du projet peuvent être les suivants:

1) produire tant de m^3 de bois par an pour l'industrie locale,

2) avoir un fort coefficient de main-d'oeuvre, et

3) rapporter un pourcentage donné sur le capital investi.

L'étude ultérieure peut indiquer que l'encadrement limité dont on dispose ne permet pas d'employer la main-d'oeuvre nécessaire et donc d'assurer un rythme de plantation qui permettrait d'atteindre l'objectif 1). Ou bien il peut être impossible de concilier le taux d'intérêt voulu avec un fort coefficient de main-d'oeuvre. Lorsque de tels conflits surgissent il faut planifier à nouveau les objectifs et étudier les solutions les plus efficaces.

Les contraintes sont les facteurs qui limitent les activités d'un projet; elles sont généralement rigides encore que dans certaines circonstances, il soit possible d'en éliminer ou d'en ajuster certaines, lorsque cela aura pour effet d'améliorer sensiblement le projet. Il est pratique de classer les contraintes dans les quatre catégories suivantes:

1) Contraintes techniques. Ce sont celles qui restreignent le choix des méthodes applicables ou des produits pouvant être obtenus. Par exemple, si les terres à planter ont une répartition en mosaïque, cela influe sur le plan ou sur les techniques de plantation;ou bien certains eucalyptus peuvent ne pas se prêter au sciage ou aux traitements de préservation.

2) Contraintes financières. Il peut s'agir des restrictions de ressources financières ou de l'obligation de rembourser les intérêts et/ou le capital ou encore l'irrégularité du versement des crédits.

3) Contraintes sociales et économiques. Il peut s'agir des coûts d'opportunité, en effet, les ressources consacrées au projet ne seront pas disponibles pour un autre emploi.

4) Contraintes institutionnelles. Il s'agit des limites imposées par les aptitudes organisationnelles et administratives de l'organisme chargé d'exécuter le projet, par le cadre juridique et les structures sociales, et enfin des aptitudes des populations locales.

On applique des critères pour évaluer dans quelle mesure un projet peut atteindre ses objectifs. Ces critères fournissent aussi un repère permettant de comparer et d'évaluer les diverses méthodes possibles pour atteindre les objectifs. Un bon critère doit être applicable à toutes les solutions envisagées et pourvoir se calculer rapidement de façon à donner sous forme d'un seul nombre toutes les informations pour prendre la décision. Un des critères économiques les plus connus pour mesurer la rentabilité d'un projet est le "rapport net actualisé" ou la "valeur actuelle" des bénéfices escomptés, déduction faite des frais du capital et des frais de fonctionnement. D'autres critères peuvent être adoptés tels que l'évaluation de l'emploi créé, le taux de remboursement de la dette ou, du point de vue technique, la vitesse de croissance des arbres et la superficie plantée chaque année. Lorsque les connaissances techniques sont limitées et qu'il y a peu de personnel d'encadrement il convient de limiter autant que possible le nombre et la complexité des objectifs et des critères.

Rassemblement des données

Une bonne partie des données de base concernant par exemple les méthodes, les coûts et le rendement, qui sont nécessaires pour formuler un projet, doivent être fournies par un travail de recherche ou de développement des plantations et établies dans la zone. Pour connaître la valeur du produit et la demande dont il fait l'objet, il faut une étude de marché. Sans doute faut-il avoir une idée déjà assez claire des objectifs du projet avant de rassembler les données, mais il n'est parfois pas possible de préciser des objectifs réalistes sans avoir préalablement réuni certaines données.

On obtient des données auprès des meilleures sources existantes afin de pouvoir construire un plan réaliste. Les données peuvent indiquer que plusieurs options sont possibles; 'l faut alors évaluer celles-ci pour faciliter la décision. Lorsque l'on manque de données, il peut être nécessaire de remettre la planification à plus tard et de concevoir d'abord des systèmes permettant de trouver les chiffres nécessaires. Toute planification sectorielle ou canevas général établis avant la définition des projets contient certaines données utiles, mais la plupart sont souvent trop générales pour permettre une planification détaillée. Pour planifier les projets, les données doivent être non seulement détaillées mais en général plus techniques, car elles serviront à spécifier les opérations de terrain.

Les données nécessaires pour un projet de plantation peuvent se classer en cinq catégories, selon qu'elles portent sur:

1) les ressources, 2) les opérations, 3) les marchés et le rendement, 4) les conditions socio-économiques et 5) les conditions institutionnelles.

Données concernant les ressources

Les principales ressources envisagées sont la terre, les plants, le matériel et les fournitures, le personnel et les moyens de financement. Pour chacun de ces types de ressources trois éléments sont à connaître: disponibilité, productivité et coût.

Ressources en terre: Avant tout il faut disposer suffisamment de terres appropriées pour pouvoir réaliser le programme de plantation; il faut même prévoir une marge afin de poivoir faire face à des problèmes imprévus et de permettre une éventuelle expansion future. Lorsque l'utilisation de ces terres ou leur disponibilité sont soumises à un régime juridique tribal ou autre, ces questions doivent être éclaircies avant d'aller plus avant dans la planification.

Au premier stade, il n'est pas possible de classer les types de sols selon la qualité de la station mais un simple classement de "plantabilité" peut indiquer les meilleures zones à planter. Pour évaluer la "plantabilité", il faut faire une enquête pédologique telle que celles qui sont décrites par Barrera (1969 et 1976) pour le Nigeria ou Sanders (1967) pour la Zambie et il faut cartographier les types de sols et de végétation ainsi que la "Plantabilité". En même temps qu'on enregistre la végétation, on fera un sondage du couvert afin d'évaluer la surface terrière; on estimera ainsi la densité des arbres qui constitue un des facteurs déterminants pour le défrichement.

Des essais de croissance des essences utilisées en plantation, effectués dans des peuplements établis doivent indiquer la productivité des stations pouvant être plantées et les limites dans lesquelles se situent ces stations. Il est intéressant de faire les plans de plantation des stations les plus favorables tout en poursuivant la recherche et les essais de croissance pour obtenir plus de données sur les stations secondaires ou marginales. Tant qu'on n'a pas de données sur la croissance, il est trop tôt pour mettre en place un projet complet et la solution raisonable consiste à établir un projet pilote bien planifié. Là ou il existe des réserves forestières, il n'y a pas de coûts directs pour la terre, mais lorsque celle-ci doit être obtenue par achat ou moyennant compensation, les coûts sont enregistrés et débités. On se servira de la carte des terres plantables pour définir les besoins annuels de terre à planter.

Ressources en plants: Il faut donc tout d'abord disposer d'un approvisionnement suffisant et soutenu en graines des essences et des provenances retenues. Le choix des essences est un sujet d'importance primordiale, mais on doit présumer que des essais d'essences et de provenances ont permis des évaluations poussées avant que ne soit entreprise la préparation d'un grand projet. Les approvisionnements en semences sont souvent un goulet d'étranglement majeur qui permet difficilement d'atteindre le rythme proposé de réalisation. Il faut déterminer soigneusement les sources d'approvisionnement et les possibilités d'entreposage. Si l'importation est dangereuse, il faut donner la priorité à la production locale de graines et aux méthodes permettant de l'accélérer. Les ressources en graines ont nécessairement une certaine influence sur le rythme de plantations des essences qui ont été précédemment choisies pour leurs qualités sylvicoles ou leurs qualités d'utilisation. Il est facile de passer de la semence au plant, à condition de disposer de pépinières et de personnel qualifié capable de produire des quantités suffisantes de la qualité voulue au moment opportun. Quand on achète des semences, c'est le coût du plant utilisable et non pas celui du kilogramme de semences qui compte. Il faudra évaluer en détail les besoins annuels de graines et de plants et leur coût.

Ressources en matériel et en fournitures: Ces ressources se classent en trois catégories principales: ressources nécessaires à l'organisation administrative, ressources nécessaires aux opérations et ressources nécessaires à l'entretien et au soutien. Pour l'administration, il faut des bureaux, des bâtiments et des fournitures de bureau, etc., comme dans n'importe quelle entreprise. Pour les opérations il faut un matériel et des fournitures particuliers aux plantations et dont on trouvera une liste générale à l'Annexe A.

Pour l'entretien et le soutien, il faut des outils, un atelier, des moyens de transport, des pièces de rechange. En ce qui concerne les magasins, les facteurs critiques sont d'abord le choix de ce qui convient au travail particulier et à l'échelle du projet, puis les moyens d'assurer que ces matériels ou ces fournitures ainsi que les pièces de rechange soient disponibles sur place lorsqu'on en a besoin, ce qui exige de vastes locaux pour l'entreposage.

Pour le matériel, une vaste gamme d'options sont ouvertes et l'expérience passée indique qu'avant de restreindre le choix, il faut disposer de données opérationnelles et avoir choisi les méthodes. Par exemple, le défrichement, s'il se fait à la main, exige une grande réserve d'outils manuels, mais si, pour des raisons d'efficacité, on mécanise cette opération, le défrichement doit commencer un an avant la plantation et le matériel de défrichement doit être commandé au moins deux ans avant. Si ce défrichement ne peut pas se faire sans mécanisation et que l'échelle des opérations ne justifie pas l'achat d'une unité à chaîne, il faut considérer et évaluer les diverses autres solutions possibles: partage avec un autre proj ou d'autres projets, choix d'une autre technique mécanisée ou location du matériel.

La productivité du matériel est un élément critique pour l'efficience d'un projet. L'évaluation de la productivité du matériel risque de n'être guère utile si l'on a pas tenu compte des variables et si l'on ne précise pas les bases des mesures (Allan et Akwada, 1976). Pour une bonne productivité, le matériel doit être utilisé autant que possible pendant toute l'année ou toute la saison. Il faut connaître l'échelle des opérations et les autres données opérationnelles avant de définir les besoins en matériel et en pièces de rechange dans les magasins. Une fois arrêté le type d'équipement et de fournitures voulu, on évaluera les besoins totaux, année par année, pour toute la période.

Le prix d'achat ou le coût en capital de tous les matériels et les fournitures utilisés pour le projet constituent leur coût réel; il faut le connaître pour faire les prévisions, établir un budget et calculer le prix de revient total du projet. Pour pouvoir faire des comparaisons, il faut connaître le coût horaire d'utilisation du matériel, qui repose en grande partie sur des calculs hypothétiques mais qui est nécessaire pour calculer le coût unitaire.

Ressources humaines: L'homme est la ressource la plus importante pour le projet et il faut tenir compte de ses compétences et des ses réactions lorsque l'on choisit entre plusieurs lignes d'action. Il faut étudier les sources possibles de main-d'oeuvre et d'autre personnel, car c'est ce facteur qui détermine la nécessité d'investissements supplémentaires pour le transport ou le logement. Un projet de plantation rapporte aux employés non seulement une rémunération en espèces, mais aussi une formation, un meilleur logement et la sécurité. Hastie et Mackenzie (1967) font remarquer qu'il est plus avantageux pour les employés de vivre dans des communautés mixtes que dans des camps ou villages abritant exclusivement le personnel du projet. Un projet de plantation exige de nombreuses compétences et a besoin de directeurs, de cadres, de mécaniciens, d'opérateurs, d'administrateurs et de personnel de bureau, de personnel médical et de main d'oeuvre qualifiée et non qualifiée. En particulier, si l'on a choisi le parti d'une mécanisation sélective, il est indispensable d'assurer une infrastructure appropriée employant des mécaniciens et des opérateurs qualifiés, et, lorsqu'il n'en existe pas en nombre suffisant, il faudra en former.

La productivité de la main-d'oeuvre varie et reflète souvent la qualité de la direction et de l'encadrement. Les études ergonomiques, les études méthodologiques et la formation contribuent toutes à la productivité de la main-d'oeuvre. A la suite des études initiales sur le désherbage à la main en Zambie (Allan et Endean, 1966), la productivité a été augmentée d'un pourcentage pouvant atteindre 300 %; au Nigeria, des études sur la plantation ont permis d'obtenir des relèvements de l'ordre de 200 à 500 %. Les possibilités d'accroître la productivité sont considérables au début d'un projet, mais même par la suite les méthodes améliorées ont permis en Zambie (Allison, 1972) d'augmenter de 30 % la productivité, ce qui n'est pas négligeable. La productivité peut aussi être améliorée si l'on verse des primes. La législation fiscale rend parfois ce genre de paiement difficile, mais lorsque les avantages en jeu sont considérables, il faut chercher à obtenir l'autorisation.

Le coût des ressources humaines est la somme du coût des salaires ou traitements, de la sécurité sociale et des avantages marginaux, des congés pour vacances et maladies. Les besoins du projet en personnel doivent être indiqués pour chaque année, pour chaque catégorie d'employé et pour chaque type de responsabilité; il en va de même pour la main-d'oeuvre, à ceci près que la rubrique "responsabilité" est remplacée par une rubrique "opérations". Pour calculer les besoins annuels de main-d'oeuvre, le calendrier des opérations et des inputs travail permet non seulement d'avoir les données nécessaires, mais aussi de régulariser les fluctuations des besoins afin d'assurer un emploi plus régulier. On peut extraire des données sur la productivité et les coûts unitaires de la main-d'oeuvre à partir des données opérationnelles.

Ressources financières: En général, on a dès le stade du canevas certaines indications sur le financement dont on disposera pour l'ensemble du projet ou pour chaque phase de sa réalisation. Le projet détaillé doit être planifié de façon à respecter ce cadre financier, mais lorsque les moyens financiers se révèlent être une contrainte critique, il faut chercher à obtenir une allocation supplémentaire. Le coût total des autres ressources, y compris les crédits pour les imprévus, représente le montant de l'allocation nécessaire; ces chiffres doivent être répartis année par année, de façon à déterminer les besoins annuels pour toute la période du projet.

Les autorités financières doivent bien comprendre qu'une plantation est une entreprise dynamique, qui ne s'insère pas facilement dans le cadre d'une année fiscale. Les opérations de plantation telles que le défrichement, les travaux de pépinière et le désherbage sont interdépendantes dans le temps et le programme de chaque année peut avoir des répercussions à la fois sur celui de l'année précédente et sur celui de l'année suivante. En conséquence, tout retard ou irrégularité du financement a des effets non seulement l'année même, mais aussi sur les investissements passés et futurs. Il y a deux moyens de surmonter ce problème: premièrement, obtenir des autorités financières qu'elles considèrent le projet comme un investissement de capital jusqu'à ce que soit atteint un fonctionnement normal ou bien ouvrir des crédits pour des tranches de trois ou de cinq ans. Mais ce n'est pas parce que les fonds sont disponibles sans difficulté qu'on doit se dispenser de planifier soigneusement leur investissement.

Données opérationnelles

Les données à indiquer dans cette section pour toutes les opérations de plantation sont les suivantes:

1) Unité de mesure - hectare, kilomètre ou millier de plants

2) Input - homme-jours, temps de fonctionnement des machines, fournitures

3) Output - unités par heure, par jour, etc.

4) Coût - coût de chaque ressource par unité.

Ces données permettent d'estimer facilement la productivité des hommes et des machines et les besoins totaux de ces ressources pour chaque opération du projet. Lorsque la direction estime qu'il y a deux options raisonnables sur le plan technique, il faut indiquer les chiffres correspondant à chacune afin de permettre une évaluation comparative. Le rassemblement de données opérationnelles est critique et indispensable pour la planification. Les informations doivent être les meilleures disponibles et peuvent être extraites des registres des coûts lorsqu'il y en a; mais faute de cela, on peut faire des sondages sur la productivité du travail tels que ceux qui sont cités par Ferguson (1973) au Nigeria; ces sondages donnent des indications. Les données opérationnelles constituent la base de l'évaluation pour estimer les besoins en ressources et dresser le budget; d'où la nécessité vitale de citer la source de toutes ces données et d'en indiquer la fiabilité. Un plan ne peut être exécuté que s'il est basé sur des données réalistes et la qualité du plan ne peut en aucun cas être meilleure que celle des données.

Données sur les marchés et le rendement

La personne chargée de planifier le projet a besoin de renseignements sur les marchés, sur la production et sur la valeur des différentes catégories du produit de la plantation. Pour obtenir des données commerciales dans la zone probable de rayonnement du projet, il faut étudier:

1) la consommation courante de diverses catégories de bois;

2) le prix courant de ces diverses catégories, et

3) l'évolution démographique de la région.

Une enquête visant à déterminer ces données doit être plus détaillée et précise qu'une enquête nationale sur la consommation de bois. On peut citer par exemple l'enquête de Grut (1972) sur le marché du bois de feu, des poteaux et des sciages dans les principales villes de la région de savane nigérienne. Cette enquête couvrait huit villes et, bien que le sondage n'ait porté que sur 3,5 % de la population de la zone, ce secteur de la population représente l'essentiel du marché commercial dans les régions dont le développement économique est le plus rapide.

L'étude de marché non seulement enregistre les coûts qui peuvent être appliqués aux différentes catégories de produits, mais donne aussi une indication de la demande à un moment donné; si on rapproche cette évaluation des informations concernant l'évolution démographique, on peut prévoir la demande. Pour cette prévision, on identifie les facteurs susceptibles de provoquer des variations de la demande et, compte tenu de ces éventualités, on prédit la demande future pour toute la période du projet.

Il faut aussi des données sur le rendement estimé des diverses catégories de produits que l'on peut obtenir à partir de l'essence ou des essences retenues, en fonction d'un système sylvicole et d'une révolution donnés pour chaque essence. Les rendements sont estimés par catégorie et par année jusqu'à la fin du projet. En appliquant à ces rendements les prix fournis par l'étude de marché, on peut estimer les recettes annuelles du projet.

Au début, les données sur le rendement peuvent être évaluées à partir d'indications très ténues et lorsque l'on ne peut se baser que sur des essais peut développés, il peut être nécessaire d'extrapoler des données à partir d'autres régions en admettant que les comparaisons resteront valables pour la croissance ultérieure. Lorsqu'il y a suffisamment de données sur la croissance, on peut prévoir la production en tenant compte des variations possibles des méthodes qui peuvent modifier le rendement, en chiffrant l'effet de ces variations et en prédisant la production potentielle dans diverses hypothèses précises.

Pour contrôler la viabilité commerciale d'un projet, il faut harmoniser les prévisions de l'offre et de la demande. Si le bilan laisse prévoir un déficit, il faut soit agrandir le projet, soit importer des produits, ou encore remplacer le bois par autre chose.

Données socio-économiques

L'estimation des coûts des ressources engagées et des recettes prévues permet d'établir un bilan financier du projet, mais cela ne suffit pas à rendre compte du coût réel et des avantages réels pour l'ensemble de la communauté. En tenant compte des facteurs socio-économiques, on cherche à évaluer ces coûts et bénéfices réels, mais ils sont difficiles à chiffrer et les économistes travaillent encore à améliorer les techniques de quantification.

Le projet est essentiellement l'oeuvre commune de l'aménagiste praticien et des services de soutien et de l'économiste forestier; c'est dans le calcul et dans la détermination des données socio-économiques qu'est la fonction propre de ce dernier. Les principales données socio-économiques nécessaires sont les suivantes:

1) Pseudo-prix de la main d'oeuvre,
2) Coût d'apportunité de la terre,
3) Taux d'escompte à appliquer,
4) Pseudo-prix du produit, et
5) Valeur des avantages non commerciaux

On trouvera dans Ferguson (1973) une méthode indicative pour le calcul des données socio-économiques; Ferguson a fait des études préliminaires sur l'économie de certaines entreprises de plantation de plantation en savane au Nigeria. Il arrive souvent que les facteurs socio-économiques paraissent peu importants au praticien forestier; mais lorsque le projet est concurrencé par d'autres pour l'obtention d'un capital limité, c'est en tenant compte de ces facteurs que l'on transforme un projet forestier marginal en un projet réalisable et viable. Spears (1967) souligne à quel point il est important de présenter les données économiques sur la foresterie sous le jour le plus favorable possible.

Données institutionnelles

Les facteurs institutionnels dont il faut prendre note sont essentiellement d'ordre politique, mais il faut aussi tenir compte du cadre juridique du projet et de la mesure dans laquelle l'organisme responsable est engagé dans d'autres activités tels que la formation, qui peuvent avoir une influence sur l'acceptabilité du projet. D'autres facteurs sur lesquels il faut réunir des renseignements sont les relations entre la communauté locale et le projet, les possibilités d'utilisation multiple des terres et ce que l'on a appris des recherches sur les plantations en cours mais pas encore suffisamment avancées pour permettre une évaluation.

Evaluation et décision

Après compilation de tous les renseignements disponibles et pertinents pour le projet, vient le stade de l'évaluation qui cimporte les étapes suivantes:

1) identifier les différentes lignes d'action permettant d'aboutir aux objectifs et les analyser du point de vue des inputs, des outputs et des coûts;

2) vérifier dans quelle mesure chacune de ces lignes d'action est possible compte tenu des contraintes identifiées;

3) comparer les diverses solutions possibles en appliquant les critères adoptés pour le projet de façon à déterminer quelles sont les meilleures; et

4) prendre les décisions définitives.

Avec une grande masse de données fiables et un ordinateur, l'évaluation et l'analyse peuvent être complexes et prendre du temps. Dans l'exécution d'un projet, on peut faire varier à l'infini le nombre de facteurs qui entrent en jeu et il y a d'innombrables lignes d'action possible. En général, les planificateurs ont des délais limités, ce qui restreint évidemment nécessairement le nombre de solutions possible. En foresterie, les options à analyser se limitent à celles qui sont praticables et qui, compte tenu des critères adoptés, sont susceptibles d'apporter des bénéfices notables. Les facteurs où le choix des options aurait les incidences les plus marquées sur les résultats du projet sont les suivants:

1) rythme de plantation et révolution,

2) espacement et éclaircies,

3) intensité de l'aménagement,

4) distance des marchés ou de l'usine de transformation,

5) degré de mécanisation, et

6) éléments assurant qu'il sera possible d'accomplir chaque opération en temps voulu ou choix d'une gamme d'essences propres à séduire le risque de maladie ou d'essences ayant diverses possibilités d'utilisation.

Aux premiers stades de la réalisation d'un projet de plantation, les principaux critères étant les valeurs financières et sociales à l'hectare actualisées, on doit procéder à l'analyse ci-dessous et tenant compte, le cas échéant, de variantes de façon à déterminer d'abord l'option la plus favorable et ensuite si le projet est réalisable.

1) Analyse financière: en se basant sur le taux d'intérêt du plan national de développement, on calcule la valeur actualisée du projet en déduisant les coûts actualisés des recettes actualisées; puis on calcule la valeur actuelle à l'hectare. Cette valeur unitaire peut varier considérablement suivant les options.

2) Analyse sociale: elle est semblable à l'analyse financière, à ceci près que l'on recalcule les inputs et les outputs pour évaluer les coûts et bénéfices sociaux; le mieux est que la méthode de réévaluation du point de vue social soit définie par le gouvernement, afin d'assurer l'uniformité dans l'évaluation des projets; à cet égard, on peut considérer le pseudo-prix de la main-d'oeuvre, le coût d'opportunité sociale des dépenses nettes en capital, la question des devises et un taux d'actualisation sociale ou taux social de préférence de temps.

L'application d'essai de sensibilité aux deux types d'analyse pour juger l'effet des variations d'hypothèses telles que celles qui concernent les coûts et les revenus, peut permettre d'obtenir des renseignements et des indicateurs utiles. Quand le résultat de l'analyse indique que la valeur unitaire nette est supérieure à ce qu'elle serait dans la meilleure autre utilisation possible de la terre, cela indique que le projet est avantageux du point de vue économique et social.

Disposant des résultats chiffrés de l'analyse, les administrateurs peuvent alors décider s'il y a lieu de pousser le projet plus avant et quelles options il convient de choisir. Une fois approuvé le projet détaillé, l'étape suivante est celle de la planification et de la réalisation de la phase initiale qui consiste essentiellement à mettre en place la plantation.

PLAN DE PLANTATION

En admettant que le projet détaillé est approuvé et que les financements nécessaires sont autorisés, l'étape ultérieure consiste à planifier le premier stade de la réalisation en préparant un plan de plantation. Celui-ci peut être considéré comme la partie opérationnelle de la planification du projet détaillé. Il indique à l'intention du responsable de la plantation ce qu'il faut faire pendant une période donnée. S'il s'agit d'un projet de 30 ans, le premier plan de plantation doit couvrir 5 ans par exemple, mais cette durée peut varier selon les circonstances. Pendant toute la durée du projet, des plans périodiques analogues régiront les opérations. A ce stade, on doit chercher à assurer une certaine souplesse et à maintenir le projet aussi simple que possible. Pour des projets complexes ou des domaines critiques, l'analyse des réseaux est utile.

Le plan quinquennal de plantation prévoit tout ce qui sera nécessaire pour réaliser tout le projet, année par année, pendant toute la période. Ces données annuelles peuvent être extraites pour constituer un programme de travail annuel couvrant toutes les activités du projet et représentant le plan d'instruction des administrateurs et du personnel d'encadrement. S'il est impossible de travailler autrement qu'avec un financement annuel, la section du budget peut servir de demande de crédit prévisionnelle. Les principales sections du plan concernent la prescription détaillée des activités, la mobilisation des ressources, les budgets et les registres et le contrôle.

Prescription détaillée des activités

Des spécifications détaillées doivent prescrire la méthode, la quantité, les inputs et outputs estimés pour chacune des opérations ci-dessous:

Opérations de plantation

a) Allocation de terres et enquêtes
b) Etablissement de pépinières et élevage des plants
c) Défrichement et préparation du sol
d) Dessin et construction des voies d'accès
e) Plantations
f) Regarnissage
g) Fumure
h) Désherbage
i) Elagage
j) Eclaircies
k) Protection contre le feu
l) Entretien des routes

Autres travaux

Affectation du personnel et définition des responsabilités
Formation des employés et des opérateurs
-(Entretien des moyens de transport et du matériel
p) Entretien des bâtiments et services généraux

Si la direction dispose comme en Zambie (Allan et Endean, 1966) d'un manuel sur les techniques de plantation, on peut en s'y référant raccourcir les prescriptions et le plan. Le point d) des opérations de plantation, qui comprend le dessin et la délimitation des compartiments, blocs, routes, pistes et pare-feux met en jeu des décisions importantes du point de vue de l'aménagement, et outre la topographie et les orientations nationales, deux des principales considérations qui interviennent à cet égard sont la protection contre le feu et les méthodes probables d'exploitation. Quant au point j), les éclaircies qui devront évidemment avoir lieu dans la période suivante du projet, doivent être prévues dès le plan initial de plantation.

Mobilisation des ressources

Les besoins généraux de ressources pour toute la période sont indiqués dans le projet de détail et doivent être mis à jour selon les besoins en fonction du plan de plantation. Les prescriptions de cette section imposeront au directeur de réquisitionner le cas échéant et d'acquérir à des dates données:

1) des crédits,

2) du personnel et de la main-d'oeuvre,

3) des machines, des moyens de transport et du matériel,

4) des matériaux de construction ou des bâtiments,

5) les fournitures nécessaires au projet et les graines, et

6) les pièces de rechange indispensables.

Les prescriptions détaillées relatives aux ressources indiqueront notamment les dates auxquelles doit être commandé chaque type de ressources pour permettre à l'étape suivante de démarrer à la date voulue. Il y a intérêt à demander l'avis de spécialistes pour commander certaines de ces ressources.

Le budget

Le budget est le coût estimatif de toutes les ressources à utiliser pour répondre aux prescriptions de détail; il est généralement établi pour toute la période du plan, année par année et selon les principales opérations. Une bonne partie des informations nécessaires pour établir le budget peuvent être extraites de la section "ressources financières" du projet. Par commodité, le budget peut être divisé en rubriques fonctionelles telles que:

- Préparation du terrain
- Pépinières
- Opérations de plantation
- Protection
- Construction des routes
- Entretien
- Administration
- Services

C'est le budget approuvé qui fait autorité pour l'affectation de fonds à l'entreprise, et qui sert également à évaluer l'éfficacité de la planification et de la direction par moyen d'une comparaison avec les dépenses effectives. Lorsque l'on demande que les fonds soient libérés d'avance, il faut prévoir l'inflation, la variation des méthodes et l'amélioration de l'efficacité des opérations de plantation.

Procès-verbaux et contrôles

Lorsque les méthodes d'enregistrement sont trop complexes, des problèmes sont inévitables et l'échec est certain. D'où la nécessité de prévoir des systèmes simples et de n'enregistrer que les données essentielles. Des procès-verbaux par compartiment ou par bloc, si les superficies sont uniformes, donnent les renseignements de base sur la sone et indiquent quels traitements sont appliqués et à quelle date. On peut envisager un rapport très simple, présenté sous forme de carte indiquant la sone traitée par des hachures et signalant au verso les données opérationnelles.

Le contrôle de projet consiste à maintenir les travaux réalisés et les dépenses dans le cadre du programme de travail et budget établi pour l'année. Des rapports périodiques font le point à la fois de travail réalisé et des dépenses. Il faut apprendre au personnel d'encadrement à rédiger ses rapports et lui indiquer les raisons pour lesquelles les diverses données doivent être présentées. Il incombe également à la direction de vérifier les rapports et de s'informer des raisons qui expliquent tout d'abord les différences notables par rapport aux prévisions budgétaires, et deuxièmement les grandes différences de productivité enregistrées pour une même opération selon la personne responsable.

CONCLUSION

On a cherché dans le présent document à étudier un sujet très vaste sous une forme très brève qui s'inspire du manuel de la FAO sur la planification des peuplements artificiels (FAO, 1974). Par souci de brièveté, on a laissé une certaine imprécision et des omissions. Le plan couvre la planification, depuis la conception du projet jusqu'à la réalisation; notre sujet se termine là, mais non pas le processus de planification. Comme on l'a déjà fait remarquer le projet doit être une conception dynamique. L'expérience acquise, les problèmes résolus, les variations du climat économique et les données rassemblées pendant la mise en oeuvre du plan de plantation inspirent les changements et des modifications pour les plans suivants et les périodes ultérieures.

BIBLIOGRAPHIE

Allan, T.G. et Endean, F. 1966 — "Manual of Plantation Techniques". Dept. Instruction. Zambia Forest Dept. NDOLA 1966.

Allan, T.G. et Akwada, E.C.C. 1976 — "Défrichement et préparation des sites dans la savane du Nigeria". Unpublished paper for symposium on savanna afforestation. Kaduna.

Allison, C.E. 1972 — "Work study in industrial plantations". Forest Ind. Feasibility Study Project Working Document. FO:SF/ZAM 5 FAO Rome 1972. (Only English)

Barrera, A. 1969 — "The use of soil survey in assessing sites for forestry potential in some areas of the northern states of Nigeria". Technical Report No. 5. FO:SF/NIR 16. FAO Rome, 1969. (Only English)

Barrera A. 1976 — Choix des sols et des sites. Cours de formation FAO/DANIDA sur les pépinières forestières et les techniques de plantation en savane africaine, Rome, FAO.

Enabor, E.E. 1971 — "Forecasting potential consumption requirements for Nigerian forest products". Nig. Journal For 1 (1). Ibadan 1971.

FAO 1970 — "Wood requirements in the savanna region of Nigeria". Technical Report No. 1. FOR/SF: NIR 16. FAO Rome, 1970. (Only English)

FAO 1974 — Manuel de planification des peuplements forestiers artificiels. A.I. Fraser. FAO:MISC/73/22. Rome.

Ferguson, I.S. 1972 — "Costing and economic aspects of plantation establishment in the savanna region of Nigeria". Project Working Doc. FO:SF/NIR 16. FAO Rome, 1972. (Only English)

Ferguson, I.S. 1973 — "The economics of plantation forestry in the savanna region". Savanna Forestry Research Station Project Working Doc. FO:DP/NIR/64/516. Samaru 1973. (Only English).

Grut, M. 1972 — "The market for firewood, poles and sawn wood in the major towns and cities in the savanna region". Technical Report 6. FO:SF/NIR 16. FAO Rome, 1972. (Only English)

Hastie, W.F. et Mackenzie, J. 1967 — Planification d'un programme forestier global. Colloque international sur les peuplements forestiers artificiels. Canberra 1967.

Johntson, D.R., Grayson, R.J. et Bradley, R.T., 1967 — 'Forest Planning'. Faber and Faber London 1967.

Spears, J.S. 1967 — Etudes de rentabilité et financement des peuplements forestiers artificiels. Colloque international sur les peuplements forestiers artificiels. Canberra 1967.

Sanders, M. 1967 — Inventaire des sols et choix des sites de plantation en Zambie. Colloque international sur les peuplements forestiers artificiels. Canberra 1967.

Thulin, S. 1966 — 'A Forest Plantation Programme for the savanna region of Nigeria: need, justification, cost'. Savanna Forestry Research Station Rome.

Annexe A

Liste du matériel et des fournitures nécessaires à un projet de boisement

OPERATION	MATERIEL	FOURNITURE
Défrichement	Matériel topographique	Arboricides
	Tracteurs à chenille	Carburabts et lubrifiants
	Chaînes d'ancrage	Outils manuels
	Lames de dozer	Photographies aériennes
	Pousseur d'arbres	
	Dozer à dent	
	Contale	
Préparation du terrain	Tracteurs de 50 - 100 CV	Herbicides
	Charrues à disque	Carburants et lubrifiants
	Lames de dozer (angle dozer)	Outils manuels
Pépinière	Tracteurs à roue	Engrais
	Remorques	Pots
	Matériel de changement	Insecticides
	Matériel d'aspersion	Fongicides
	Malaxeur de terre	Herbicides
	Outils manuels, bêches, fourches, houes	Carburants et lubrifiants
	Pulvérisateur	Outils manuels
Plantation	Tracteurs de 50 - 100 CV	Engrais
	Remorques	Pieux de clôture
		Fil de fer pour clôture
		Outils manuels, bêches, pioches
		Carburants et lubrifiants
		Récipients pour les plants

OPERATION	MATERIEL	FOURNITURE
Entretien et protection	Tracteurs de 50 - 100 CV	Engrais
	Cultivateurs	Herbicides
	Scies à élaguer	Carburants et lubrifiants
	Tours de guet	Insecticides
	Véhicules anti-incendies	Outils manuels
	Pompes à eau et tuyaux	
Construction des routes	Bulldozers	Buses
	Camions à benne basculante	Carburants et lubrifiants
	Graders	Ballast et gravier
	Excavateurs	Matériaux pour la construction des ponts
	Rouleaux compresseurs (à roues)	Ciment gélignite



Le désherbage est une opération culturale qui ne peut pas être négligée. La bonne croissance de ce peuplement de *Pinus oocarpa* de 4 ans à Afaka, Nigeria, est due en partie au désherbage mécanique régulier complété occasionnellement par un désherbage manuel autour du pied.

COMPTABILITE DES PRIX DE REVIENT ET AUTRES DOCUMENTS POUR LA SURVEILLANCE ET L'EVALUATION DES PROJETS DE PLANTATION

J.B. Ball
Spécialiste des plantations
Projet FAO/PNUD de Développement des forêts denses
Ibadan, Nigeria

TABLE DES MATIERES

OBJETS DE LA COMPTABILITE DES PRIX DE REVIENT

1. Contrôle budgétaire,

2. Prévisions,

3. Contrôle de la main-d'oeuvre,

4. Calcul des revenus financiers, et

5. Identification des composantes susceptibles de donner les plus forts revenus grâce aux méthodes améliorées.

Ces objets s'appliquent à tous les niveaux de responsabilité.

PRINCIPES GENERAUX

1. Toutes les dépenses doivent être couvertes.

2. Les dépenses doivent être attribuées à une opération, soit directement (salaire des travailleurs, par exemple), soit au prorata (frais généraux, par exemple).

3. Les coûts doivent correspondre aux dépenses totales de façon à permettre de vérifier que toutes les dépenses ont bien été couvertes.

4. Les composantes du coût unitaire sont ajoutées à différents niveaux de responsabilité et le système doit permettre d'extraire les composantes (voir diagramme, Annexe 1).

5. Il doit également être possible de tirer du système d'établissement des coûts des informations destinées à d'autres usages (par exemple, historique de compartiment ...).

6. La formule doit être assez simple pour pouvoir être utilisée aux niveaux de responsabilité les plus bas et assurer l'établissement rapide des statistiques de coûts.

OPERATIONS

Les opérations doivent être définies de façon rigoureuse de manière à permettre des comparaisons entre les années et entre les plantations.

Chaque opération doit porter un numéro afin de faciliter l'identification et le traitement sur ordinateur.

Les opérations peuvent être regroupées par rubrique de coûts. Ainsi, dans les pépinières, les opérations d'ensemencement, préparation des planches de transplantation, transplantation, désherbage, arrosage, etc. pourraient toutes être additionnées à la rubrique "pépinière" afin d'obtenir un coût unitaire de pépinière par hectare planté.

Tous les travaux doivent pouvoir être définis comme opérations et il ne doit pas subsister de rubrique "coûts divers". Toutefois, les coûts généraux de gestion - inventaire, publicité, recherche, formation, etc. - doivent être inscrits à une rubrique et peuvent être répartis entre les opérations quantifiables de la même façon que les frais généraux.

ESTIMATION DES QUANTITES

Pour obtenir le coût unitaire d'une opération, on doit connaître la quantité totale de travail effectuée dans un lieu particulier. La plupart des coûts sont exprimés par unité de superficie. Il est donc indispensable de posséder des cartes précises faisant apparaître les superficies boisées nettes. Les superficies ne doivent pas être estimées à l'oeil, sauf si elles sont égales ou inférieures à un hectare, ni être estimés d'après le nombre de parcelles défrichées ou d'arbres plantés.

La définition de chaque opération doit également comporter une indication de la quantité en cause. Ainsi, au cas où le désherbage n'est nécessaire que sur une petite partie d'un compartiment, il faut préciser si le coût doit être attribué à la superficie effectivement désherbée ou à la superficie totale de plantation de cet âge. On adopte généralement la deuxième solution, comme on le fait d'ailleurs dans le cas de la protection contre l'incendie, de la lutte contre les insectes, etc.

Le lieu où une opération est effectuée doit également être indiqué en même temps que la quantité, à la fois pour expliquer les anomalies et pour pouvoir utiliser les informations ainsi données pour les registres de compartiments et autres.

COMPOSANTE "MAIN-D'OEUVRE"

Attribution du temps de travail aux opérations

C'est la personne chargée de diriger les travaux sur le terrain qui doit le faire. A la fin de chaque journée, il note le nombre d'hommes qui travaillent à chaque opération sur une feuille de présence ou un registre de répartition. Le nombre total d'hommes-jour est calculé pour chaque opération à la fin du mois.

Lorsqu'un ouvrier travaille à deux ou plusieurs opérations, son temps est généralement inscrit au regard de l'opération à laquelle il a travaillé le plus longtemps.

Calcul du coût de main-d'oeuvre par homme-jour

Des renseignements détaillés sur les salaires des ouvriers sont généralement consignés sur les feuilles de paie ou un registre de présence, indépendamment du registre d'attribution aux opérations.

Bien que les ouvriers soient rémunérés suivant des barêmes variant en fonction de l'expérience et de la responsabilité, le plus simple est d'additionner tous les salaires et de calculer le coût moyen par homme-jour. L'autre formule possible consiste à utiliser conjointement la feuille de paie et le registre d'attribution du travail pour obtenir le coût "véritable", mais c'est là une opération longue et susceptible d'aboutir à des erreurs.

Il faut également tenir compte des frais généraux de main-d'oeuvre dans les calculs. Il s'agit principalement des salaires des employés qui figurent sur les feuilles de paie au même titre que les ouvriers, mais sont chargés de la surveillance, de l'administration (contre-maître, magasinier, etc.). On ajoute leurs rémunérations à celles des ouvriers en même temps que d'autres frais généraux, tels que les congés payés, les indemnités et, le cas échéant, le coût de la nourriture fournie à titre de salaire partiel. On calcule alors comme suit le coût par homme-jour:

A. Nombre total d'hommes-jour de travail fourni (d'après les registres d'affectation de la main-d'oeuvre aux opérations);

B. Homme-jour de travail rémunéré mais non productif (frais généraux de main-d'oeuvre).

C. Nombre total d'hommes-jour rémunéré (A + B);

D. Montant brut des salaires versés, plus indemnités, aux travailleurs visés à C;

E. Coût par homme-jour = D/A.

Calcul du coût de main-d'oeuvre des opérations

On multiplie le nombre d'hommes-jour de travail effectué mensuellement pour chaque opération par le coût par homme-jour pour obtenir le coût de main-d'oeuvre de l'opération et on divise ce nombre d'hommes-jour par la quantité pour obtenir le coût unitaire.

Pour vérifier l'exactitude du calcul, il suffit de faire la somme de tous les coûts des opérations et de voir si cette somme correspond au montant payé.

On trouvera à l'Annexe 2 ci-après des exemples précis des calculs à effectuer pour connaître la composante main-d'oeuvre.

COMPOSANTE "MATERIAUX"

Pour la plupart des opérations de foresterie, à l'exception de la construction, les dépenses de matériaux ne représentent qu'une proportion assez faible du coût total. On peut donc avoir recours à des calculs approchés pour attribuer ces dépenses aux opérations sans réduire gravement l'exactitude.

En théorie, tous les matériaux sortant du magasin doivent être inscrits au débit d'une opération. A la fin du mois, on utilise des copies des bordereaux de sortie pour inscrire les dépenses au débit des opérations. Pour cela, on doit disposer de magasiniers qualifiés connaissant le codage des coûts et la valeur des matériaux en cause; or, le personnel employé possède rarement l'expérience requise dès les premiers stades du projet.

Si les magasiniers manquent d'expérience, c'est le cadre chargé de la comptabilité qui doit imputer les dépenses aux opérations, ce qu'il ne peut faire avec une exactitude parfaite que s'il est au courant du déroulement journalier de projet. Il a aussi tendance à inscrire intégralement les dépenses alors qu'une partie seulement des matériaux a été utilisée en fait; il doit donc avoir la possibilité de découvrir les soldes non utilisés.

Dans les deux cas, on doit avoir recours à des chiffres approchés s'il s'agit de petits outils pouvant être utilisés pour plusieurs tâches. Les dépenses doivent alors être attribuées aux opérations au prorata du travail consacré à chacune.

Les dépenses de matériaux employés pour le fonctionnement des installations et des véhicules sont généralement inscrites au même compte, mais il est préférable de les inscrire séparément pour pouvoir calculer facilement les coûts d'exploitation des usines.

COMPOSANTE "INSTALLATIONS ET VEHICULES"

Carnet de travail

Il est indispensable d'assurer un contrôle étroit des installations et des véhicules pour répartir les dépenses entre les opérations, mais aussi pour prévenir les abus, notamment dans le cas des véhicules. Les éléments d'installation et les véhicules doivent être chacun munis d'un carnet de travail dans lequel sont indiqués les motifs de l'utilisation avec l'affectation des opérations; celles-ci exprimées en heures ou en kilomètres d'utilisation, sont récapitulées à la fin de chaque mois.

Calcul du coût unitaire

Le fonctionnement des installations et des véhicules peut donner lieu aux dépenses suivantes dont les sommes doivent être établies séparément en vue d'analyses ultérieures:

(a) Salaire et indemnités du conducteur. Ces dépenses doivent rester séparées des salaires des ouvriers et ne pas être comprises dans les frais généraux de main-d'oeuvre.

(b) Carburant et lubrifiants. Ces dépenses peuvent être tirées d'un compte partiel des matériaux.

(c) Pièces de rechange, réparations. Ces dépenses peuvent être tirées d'un autre compte partiel des matériaux.

(d) Amortissement, assurance, etc. Le coût et la date d'achat de chaque élément d'installation ou de chaque véhicule doivent être enregistrés par du personnel de niveau supérieur et l'amortissement annuel calculé. Le moyen le plus simple est de procéder par montants annuels égaux.

Calcul de la composante "installations ou véhicules"

Le plus simple est de calculer une fois par an la composante installations ou véhicules du coût des opérations, mais on peut le faire une fois par mois si les coûts sont établis au moyen d'un ordinateur. On obtient les coûts unitaires en additionnant les dépenses en question et en les divisant par le nombre total d'heures ou de kilomètres. Il est préférable de regrouper les coûts unitaires par type de véhicule, au lieu de les attribuer à chaque véhicule particulier, car cela permet d'éliminer les variations dues à l'âge des véhicules.

On peut également calculer les coûts imputables aux installations et véhicules en se fondant sur des calculs théoriques ou sur les chiffres de l'année précédente. Il est alors moins facile de rapprocher les coûts des dépenses et les chiffres obtenus se prêtent moins bien à l'établissement des prévisions en raison de la hausse rapide des prix.

Le système doit comporter des dispositions permettant d'enregistrer le coût d'un véhicule travaillant à un autre projet ou loué à un parc central. En règle générale, les renseignements détaillés sont tirés du carnet de travail et communiqués à l'administrateur compétent pour être imputés, ainsi que le coût, à la fin de l'année. L'administrateur qui a utilisé le véhicule attribue alors le coût à une opération.

Le coût unitaire de l'équipement tracté doit aussi être calculé et son utilisation inscrite en particulier sur la fiche de travail afin d'être comprise dans le coût de l'opération.

On peut ajouter encore d'autres informations à la fiche de travail afin d'identifier le "temps perdu", par exemple: déplacement jusqu'au lieu de travail, réparations plus ou moins importantes, temps perdu en raison des mauvaises conditions atmosphériques, de l'absence d'un conducteur ou temps pendant lequel le véhicule n'est utilisé pour aucun travail. Les informations de ce genre sont très utiles pour contrôler l'emploi des véhicules lorsque les projets deviennent plus complexes.

Il est très fréquent que le temps passé ne puisse être attribué à aucune opération, par exemple le temps consacré à emmener un travailleur à l'hôpital ou passé pendant l'inspection d'un administrateur supérieur. Le coût est alors attribué à une rubrique de coût de gestion.

FRAIS GENERAUX

Les frais généraux comprennent:

- les traitements et indemnités des employés;
- les loyers des bureaux, les frais d'eau et d'électricité;
- les frais de transport des cadres supérieurs s'occupant de l'ensemble du projet; et
- les coûts de gestion.

Les frais généraux doivent être calculés au niveau le plus élevé et comprendre toutes les dépenses qui n'ont pas été attribuées antérieurement.

Attribution des frais généraux aux opérations et aux rubriques de coûts

Les frais généraux doivent être répartis entre les rubriques de coût proportionnellement à l'élément main-d'oeuvre. En effet, la plupart des frais généraux sont imputables à la surveillance et à l'administration de la main-d'oeuvre. Il n'y a généralement aucun intérêt à attribuer les frais généraux aux opérations et en tout état de cause, l'inclusion des frais généraux ne peut servir qu'à calculer le taux de revenu à l'hectare.

Toutefois, lorsque les projets de plantation arrivent au stade de l'exploitation, il n'est pas toujours vrai que la plupart des frais généraux soient imputables à la surveillance et à l'administration de la main-d'oeuvre. Si l'exploitation est assurée par des sous-traitants, le personnel d'encadrement consacre une grande partie de son temps à la planification, au contrôle des récoltes et à la collecte des recettes. Son traitement doit alors être attribué proportionnellement au temps consacré à ces diverses tâches, ce temps étant lui-même établi au moyen de journaux de travail ou de sondages.

RAPPROCHEMENT DES DEPENSES ET DES COUTS

Les dépenses totales doivent être comparées avec les coûts totaux afin de vérifier que tous les postes de dépenses ont bien été couverts. Cette opération a généralement lieu à la fin de l'année, mais on peut contrôler les totaux partiels une fois par mois.

La comparaison annuelle se présente sous forme d'équation, comme suit: total (coût de main-d'oeuvre) + total (coût des matériaux utilisés) + total (coût du fonctionnement des installations pour le projet) - total (amortissement des installations) + total (dépenses de matériaux non utilisés) + total (coût des véhicules, etc., donnés en location à d'autres postes) - total (coût des véhicules, etc., obtenus en location d'autres postes).

Dépense totale = + Total (Coût de main-d'oeuvre)
+ Total (Coût des matériaux utilisés)

- Total (Coût des véhicules...)

Cette équation ne comprend pas l'amortissement, les traitements des employés etc., mais elle comprend les frais de gestion.

AUTRES DOCUMENTS

Pour pratiquer scientifiquement la foresterie, on a absolument besoin de rassembler des chiffres exacts et de disposer d'archives facilement accessibles.

Dossier des compartiments

On peut tirer des calculs de coûts des renseignements détaillés sur les travaux effectués sur un compartiment, avec indication de la date et de la superficie intéressée. De même, les registres de sortie font apparaître le volume de chaque type de produit forestier et la date de départ. Il n'est généralement pas nécessaire de tenir des registres des coûts ou des recettes par compartiment, mais seulement par sous-division de l'ensemble du projet, par exemple par forêt ou par plantation.

Il faut, en outre, donner une description des compartiments complétée par des informations telles que les provenances des semences, les résultats des stocks, etc. Une carte doit être fournie. Les descriptions doivent être normalisées de façon à permettre les comparaisons de sorties de produits, etc., entre les compartiments. On trouvera dans l'ouvrage de Anon. (1974) une excellente série de formulaires bien adaptés aux descriptions de compartiments.

Autres travaux

Il convient également de faire figurer dans les dossiers des descriptions et des renseignements détaillés sur les autres travaux effectués - construction de bâtiments, routes, etc. - avec indication de la date d'achèvement et registre d'entretien.

Distinction entre les archives et la correspondance

Il est très important de bien faire la distinction entre les archives, qui ont un caractère permanent et la correspondance, qui est généralement éphémère. Les informations à conserver qui figurent dans la correspondance doivent en être extraites et classées dans les archives; à cette fin, il est fort utile d'examiner chaque année les dossiers de correspondance. En revanche, il ne faut pas que la correspondance encombre inutilement les archives et empêche d'y avoir facilement accès.

OBTENTION DES CHIFFRES DE COUTS PAR SONDAGE

Le système de comptabilité des prix de revient présenté ici est certes l'idéal, mais il ne fournit de chiffres sûrs de coûts unitaires qu'au bout d'un an d'application au moins. Or, on peut avoir besoin dans l'intervalle de données en vue de prévisions ou d'évaluations de projets. Dans ce cas, on peut établir le coût des opérations au moyen de sondages tendant à obtenir des estimations de la production par homme-jour ou par machine-heure. Dans son étude (1972), Ferguson donne une excellente description de l'application du calcul des coûts par sondage dans les plantations dans les savanes du Nigeria.

Le sondage est effectué par une ou plusieurs petites équipes qui observent une opération pendant une journée entière. Les techniciens marquent sur le sol le point auquel le travail commence le matin et notent le nombre d'hommes employés. A la fin de la journée, la production (il s'agit généralement de superficie) est mesurée. Dans le cas des machines, les techniciens notent le type de machine (y compris les accessoires), le travail effectué et le temps passé. Au Nigeria, on a constaté que pour arriver à une marge d'erreur normalisée de 20-30 pour cent, il était nécessaire d'observer une opération pendant quatre jours au minimum dix jours de préférence. Les observations doivent porter sur des opérations effectuées sur une assez grande échelle, par exemple sur une superficie supérieure à 10 hectares.

Les temps unitaires pour chaque opération sont alors multipliés par le coût par homme-jour ou par machine-heure, de façon à obtenir le coût unitaire de l'opération. On estime le coût par homme-jour en partant des postes de dépenses exposées au page 254; les coûts des machines sont ceux que sont indiqués au page 255. Si les matériaux représentent une part importante du coût d'une opération, il faut aussi établir une estimation des dépenses qui leur sont imputables.

La technique des sondages est utile pour obtenir rapidement des chiffres de coûts, mais elle ne saurait permettre la même surveillance que la comptabilité des prix de revient: en effet, elle ne comporte aucun contrôle d'efficacité ni d'honnêteté, il faut admettre une marge normale d'erreurs assez importante et le calcul des frais généraux de main-d'oeuvre présente des difficultés. Le recours aux sondages peut donc précéder la comptabilité des prix de revient, mais ne saurait la remplacer.

GLOSSAIRE

Coût: Dépenses imputables à une opération.

Eléments du coût: Postes de dépenses qui constituent le coût total - main-d'oeuvre, matériaux, installations/véhicules et frais généraux.

Coût unitaire: Coût total d'une opération divisé par le nombre total d'unités achevées.

Dépense: Montant versé au titre des salaires, matériaux, etc., d'après les comptes (ou registres).

Opération: Tâche ou processus forestier qui peut être défini et distingué d'autres tâches. Plus petite sous-division du code d'établissement des coûts.

BIBLIOGRAPHIE

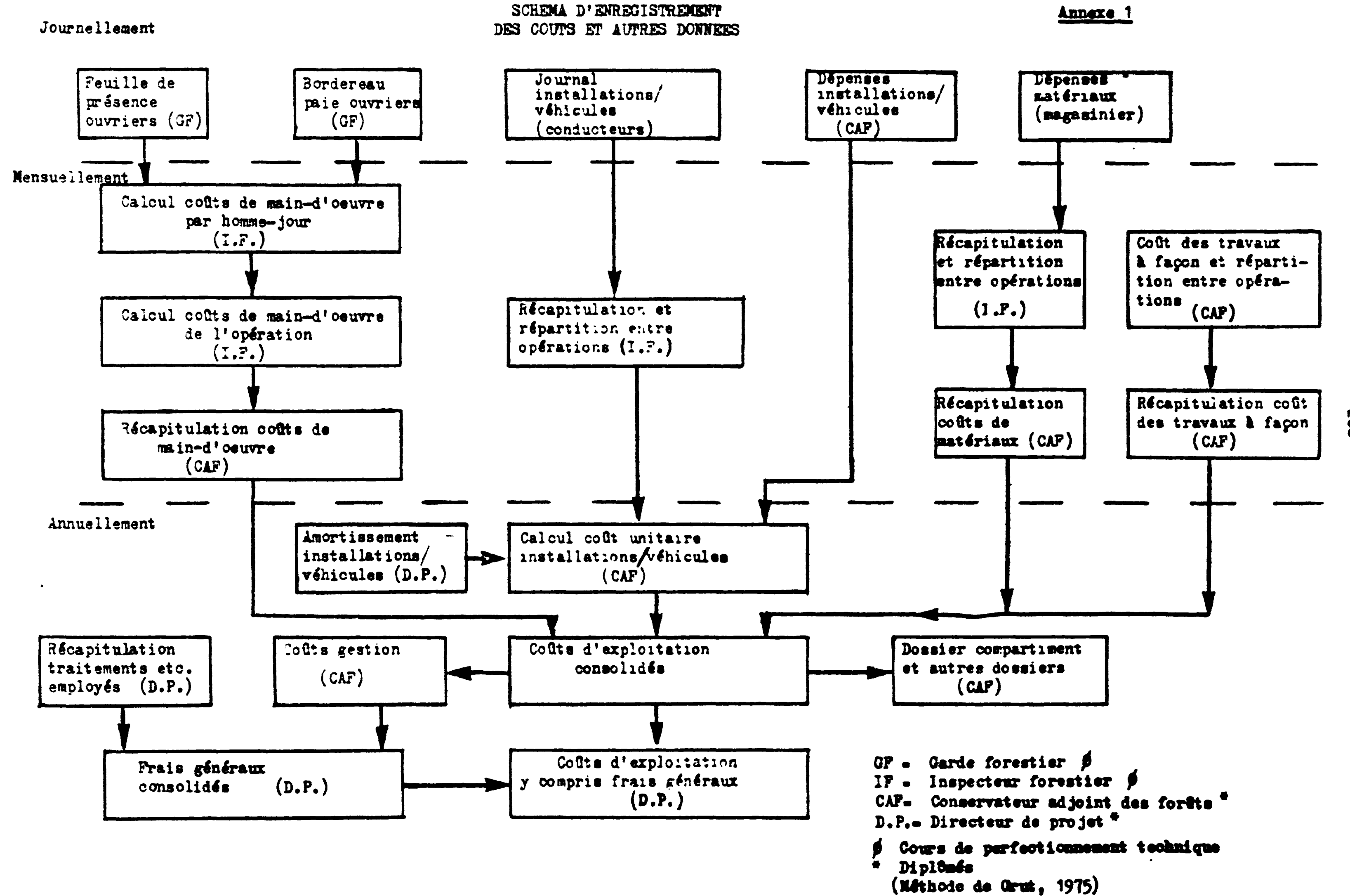
Anon. 1974 Essai de présentation uniformisée et des conditions d'exécution des résultats et des coûts des reboisements. FAO, Rome. FO:MISC/74/3.

Ferguson, I.S. 1972 Costing and economic aspects of plantation establishment in the savanna region of Nigeria. FAO, Rome. FO:SF/NIR 16 (Document de travail de projet).

Grut, M. 1975 Records of Costs and Revenues in Forestry. FAO, Rome. FO:DP/TUR/71/521 (Document de travail No 5).

Annexe 1

SCHEMA D'ENREGISTREMENT DES COUTS ET AUTRES DONNEES



Annexe 2a

Centre: IPERU CHARGE

PLANTATIONS DE BOIS A PATE D'IPERU

FEUILLE DE PRESENCE

Mois février Année 1975

Opération	Code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total
Débroussaillement	1121	S -	S -	23	20	20	20	39	S -	S -	36	39	39	38	37	S -	S -	10	10	5	-	-	S -	S -	-	-	-	-	-				336
Abattage	1131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				28
Conditionnement	1141	-	-	7	8	8	8	8	-	-	8	28	8	8	8	-	-	36	18	16	10	10	-	-	9	10	5	-	-				193
Brulis	1142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	23	34	34	-	-	34	34	34	30	30				271
Foison	1152	-	-	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1				20
Abattage (Taungya)	1212	-	-	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-				28
Surveillance Taungya	1213	-	-	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2	2	2				40
Patrouille anti-incendie	1522	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				140
Entretien des routes 5-8 h.	1623	-	-	18	18	19	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				73
Entretien global	17221	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-				4
Nouveau conditionnement	1171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	5	10	9				34
Nouveau brulis	1172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	7	7				19
	Total	5	5	60	58	59	58	59	5	5	56	59	59	58	58	5	5	58	58	56	56	52	5	5	57	57	57	57	54				1186

Annexe 2b

Centre: **PEPINIERE d'IPERU**

FEUILLE DE PRESENCE

Mois: **Février** Année: 1975

PLANTATION DE BOIS A PATE DE SHAGAMU

Opération	Code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	[illegible]	Total
Prép. semences	1322	S	S	6	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	-				6
Semaille semences	1323			1	1	1	-	-			-	1	1	-	-			-	-	-	-	-			-	-	-	-	-				5
Remplissage pots	1342			5	5	6	6	2			2	2	3	3	-			-	-	-	-	-			-	-	-	-	-				34
Transplantation (planches)	1351			3	4	4	4	3			-	3	3	3	-			-	-	-	-	-			2	2	1	-	-				32
Transplantation (pots)	1352			-	-	-	2	5			6	6	6	6	7			7	4	3	-	-			-	-	-	-	-				52
Planches	1353			-	4	4	-	-			-	-	-	-	-			4	-	-	-	-			-	-	-	-	-				[illegible]
Pots	1354			-	-	-	-	-			-	-	-	-	-			2	2	-	-	-			2	2	2	-	-				10
Désherbage planches de transplantation	1362			3	4	3	2	4			2	3	-	-	4			1	-	-	-	-			-	-	-	-	-				26
Arrosage (main)	1371	2	2	2	2	2	2	2	2	2	22	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	[illegible]	2	2				56
Lutte contre insectes	1391			-	-	-	-	-			-	-	-	1	1			1	-	-	-	-			-	-	1	-	-				4
Désherbage pots	1363			-	-	-	-	-	-		3	2	2	2	3			1	-	-	-	-			-	-	-	-	-				13
Désherbage sentiers	1364			-	-	-	3	3			3	-	2	2	2			1	-	-	-	-			-	-	-	-	-				16
	Total	2	2	20	20	20	19	19	2	2	18	19	19	19	19	2	2	19	8	5	2	2	2	2	6	6	6	2	2				266

Annexe 2c

FICHE D'ETABLISSEMENT DES COUTS PAR TACHE (1)

CALCUL DU COUT PAR HOMME-JOUR

Centre: Plantation de bois à pâte de Shagamu **Mois:** février 1975

A	Nombre total d'hommes-jour de travail. (d'après la feuille de présence)	Champ	1186
		Pépinière	266
		Total A	1452
B	Hommes-jours rémunérés mais non productifs. (d'après la feuille de paie)	Congés officiels	-
		Maladie	-
		Vacances	63
		Sans travail	
		Contremaître	20
		Magasinier	20
		Total B	103
C	Nombre total d'hommes-jour rémunérés (Total A + Total B) (ce chiffre doit correspondre à celui des hommes-jour de travail rémunérés figurant sur la feuille de paie)		1555
			N
D	Salaires bruts versés (d'après la feuille de paie)		3445
	Indemnités des travailleurs: Indemnité bicyclette.		20
		Total D	3465
E	Coût par homme-jour (Total D/Total A)		2,39

Annexe 2d

FICHE D'ETABLISSEMENT DES COUTS PAR TACHE (2)

CALCUL DU COUT DE MAIN-D'OEUVRE DE L'OPERATION

Centre: Plantations de bois a pâte de Shagamu **Mois:** février 1975

Coût par homme-jour (d'après la fiche d'établissement des coûts 1) N 2,39 par homme-jour

Code	Unité	Quantité	Homme-jour	Coût N	Hommes-jour -unité	Observations
1121	Ha	18	336	798[x]	18,67	
1131	Ha	9	28	67	3,11	
1141	Ha	11	193	461	17,55	
1142	Ha	60	271	648	4,52	
1151	Ha	150	20	48	0,13	
1171	Ha	5	34	81	6,80	
1172	Ha	5	19	45	3,80	
1212	Ha	54	28	67	0,52	
1213	Agriculteur	163	40	96	0,25	
1322	Kg	3	6	14	2,00	
1323	Kg	10	5	12	0,50	
1342	Pot	20400	34	81	1,67	par 1,000
1351	Semis	32000	32	76	1,00	par 1,000
1352	"	46800	52	124	1,11	par 1,000
1353	"	9600	12	29	1,25	par 1,000
1354	"	7000	10	24	1,43	par 1,000
1362	Planche	26	26	62	1,00	
1363	Pot	19500	13	31	0,67	par 1,000
1364	Sentier	80	16	38	0,20	
1371	Planche	20	56	134	2,80	
1391	Plants	5000	4	10	0,80	par 1,000
1522	Ha	650	140	335	0,22	
1623	Km	5,6	73	174	13,04	
17221	-	Station	4	10		
			1452	3465		
			vérifié par comparaison avec A. Fiche 1	5N soustrait de x pour faire correspondre total avec D - Fiche 1		

Annexe 2e

FICHE D'ETABLISSEMENT DES COUTS PAR TACHE (3)

RECAPITULATION DU COUT DE MAIN-D'OEUVRE DE L'OPERATION

Projet: Programme de production de bois à pâte du Lagon de Lekki

Opération: Débroussaillement — **Code:** 1121

Unité: Hectare — **Année:** 1975

Mois	Centre	Quantité	Hommes-jour	Coût N	Hommes-jour/ha	N/ha
Janvier	Shagamu	89	1869	4504	21,0	50,6
	Ogun	76	1350	3105	17,8	40,9
	Ijebu-Ode	161	3207	7569	19,9	47,0
		326	6426	15178	19,7	46,6
	C. Epe	150	-	5000	-	33,3
Février	Shagamu	18	336	798	18,7	44,3
	Ogun	98	1793	4160	18,3	42,5
	Ijebu-Ode	125	2800	6720	22,4	53,8
	Epe	27	543	1281	20,1	47,4
		268	5472	12959	20,4	48,4
Mars	Ogun	26	553	1311	21,3	50,4
	Ijebu-Ode	5	117	283	23,4	56,6
		31	670	1594	21,6	51,4
Récapitulation trimestrielle par centre	Shagamu	107	2205	5302	20,6	49,6
	Ogun	200	3696	8576	18,5	42,9
	Ijebu-Ode	291	6124	14572	21,0	50,1
	Epe	27	543	1281	20,1	47,4
		625	12568	28731	20,1	47,6

C: sous-traitance

Annexe 1

RESUMES DES CAS D'ETUDES SPECIALES

Partie A: Les Pins

TECHNIQUES DE PLANTATION DE PINS

G.O.A. Ojo
Forestry Research Institute of Nigeria
Ibadan, Nigeria

Les techniques de plantation de Pinus caribaea et P. oocarpa visent à mettre les plants en place aussi rapidement que possible et à leur fournir des conditions de croissance optimales. La végétation existante est coupée à blanc, déssouchée et brûlée et le terrain est préparé mécaniquement. La plantation se fait pendant la saison des pluies, à partir du moment où le sol est humide jusqu'à une profondeur d'environ 15 cm; on utilise des plants de 20 à 30 cm de haut, élevés dans des pots de polyéthylène. L'espacement utilisé dépend dans une large mesure de l'objectif de la préparation du terrain: il est en général de 2,8 x 2,8 m lorsque l'on prévoit le labour mécanique dans deux directions et de 1,8 x 1,8 m lorsque l'on envisage le désherbage manuel. Le désherbage est nécessaire environ trois fois par an (quatre la première année) hors de la saison des pluies, pendant une durée de trois à quatre ans. Il se fait à la main autour des arbres, après quoi les machines passent entre les lignes. Sur les sols tropicaux ferrugineux, on applique 11 g d'engrais phosphaté autour de chaque arbre à peu près quatre semaines après la plantation et à la suite d'un désherbage à la main. Le désherbage en plein est également efficace pour la prévention des incendies; cependant on recourt également aux lignes d'appui tout autour des plantations, à la conduite de patrouilles et l'élagage à hauteur d'homme (1m,20 à 1m,60) à l'âge de quatre ans.

PREMIERS STADES DE LA CROISSANCE DES PINS DE LA SAVANE NIGERIANE

D.E. Iyamabo
Agricultural Research Council, Moor Plantation
Ibadan, Nigeria
et
M.A. Ogigirigi
Shelterbelt Research Station
Kano, Nigeria

Les auteurs étudient le résultat d'études sur la croissance en hauteur et en diamètre de jeunes Pinus caribaea et P. oocarpa en fonction des conditions de milieu dans le Nord-Nigeria. Des mesures effectuées sur des sujets de trois et quatre ans montrent que, dans les deux espèces, la croissance en hauteur est continue et les bourgeons apicaux actifs pendant toute l'année, mais que la croissance apicale est plus lente et la production foliaire moins abondante et de moins bonne qualité pendant la saison sèche que pendant la saison des pluies. Les aiguilles produites pendant la saison sèche sont généralement plus petites, plus courtes, plus minces et très déformées parce qu'elles doivent se frayer un passage à travers la gaine desséchée.

La croissance diamétrale tombe à un minimum au cours de la saison sèche, s'accélère progressivement de mai à juin et atteint un maximum pendant la saison des pluies, de juin à septembre. L'accélération de mai à juin peut être due à l'hydratation du tronc et de l'écorce, à l'activité du cambium ou aux deux phénomènes.

Dans des essais éliminatoires, certaines espèces de pin ont donné des résultats défavorables. Après six mois à la pépinière de Zaria, P. montezumae a eu un arrêt de croissance total dans les plantations. A Zaria également, P. michoacana a crû normalement pendant près de 2 ans mais est entré ensuite dans une longue période de dormance. A Afaka et à Miango, P. pseudostrobus a eu une croissance très irrégulière, donnant de longues pousses terminales et latérales sans aiguilles.

NUTRITION DES PINS (Pinus caribaea ET P. oocarpa)

O. Kadeba
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria

Les études de nutrition actuellement effectuées sur les espèces Pinus dans le programme de boisement de la savane nigeriane constituent une innovation. Jusqu'à présent, on s'était surtout intéressé aux trois nutriments de base N, P et K. Les travaux menés à ce jour montrent qu'à défaut d'un engrais phosphaté la phase d'établissement des pins serait difficile et le taux de croissance insatisfaisant. Les effets des engrais azotés varient selon le type de fertilisant utilisé. On a établi que l'urée, avec ou sans additif phosphaté, était nuisible aux pins. Une réponse positive à un composé calcique azoté et au sulfate d'ammonium n'a pu être obtenue qu'avec application simultanée de phosphate. En aucun cas un engrais K n'a eu d'effet favorable.

LES EFFETS DE LA PLANTATION DES PINS SUR LES SOLS

O. Kadeba
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria
et
B.S.K. Onweluzo
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria

Les analyses des sols en dessous des parcelles de Pinus caribaea, P. oocarpa et du terrain forestier de savane révèlent des changements dans les propriétés du sol chimique. L'acidité s'intensifie avec l'âge accroissant du pin. Les données montrent l'évidence d'une diminution initiale de la matière organique du sol minéral. L'accroissance de l'âge et la couverture continue des cimes amènent un affermissement graduel de la matière organique dans les sols superficiels. Le K échangeable révèle une tendance semblable. On a évalué en poids étuvé l'accumulation de litière non-décomposée en dessous des parcelles (i) d'un Pinus caribaea de 15 ans (ii) d'un P. caribaea de 7 ans et (iii) d'un Pinus oocarpa de 7 ans. Les valeurs respectives étaient 14,70, 5,44 et 6,00 tonnes/ha.

CROISSANCE ET RENDEMENT DES ESPECES PINUS DANS LES ZONES DE SAVANNE AU NIGERIA

J.O. Abayomi
Forestry Research Institute of Nigeria
Ibadan, Nigeria

La croissance et le rendement des trois espèces *Pinus*, *P. caribaea*, *P. oocarpa* et *P. kesiya*, sont decrites et comparées en differents endroits des zones de savanne au Nigeria. On a observé une croissance optimale des trois *Pinus* a Miango sur le plateau de Jos. C'est le *P. caribaea* qui semble pousser le mieux quel que soit le lieu, suivi de près par *P. oocarpa*. On a émis quelques reserves dans les comparaisons faites dans l'exposé.

L'EFFET DE L'AGE SUR L'ENRACINEMENT DES BOUTURES ET SUR LA CAPACITE DE REJET DE SOUCHES DE Pinus caribaea

O.O. Okoro
Forestry Research Institute of Nigeria
Ibadan, Nigeria

Cette étude a été menée en vue de déterminer la faculté d'émission des racines à partir de pousses que l'on a coupées de *Pinus caribaea* de différents âges, et cela dans deux conditions: placées sous un nuage de nébulisation ou dans un "propagateur" temporaire. Leur formation a donné de meilleurs résultats sous nébulisation. Quelques pousses provenant de sujets de tous âges formaient des racines sous nébulisation tandis que seulement les pousses provenant de jeunes plants et quelques-unes provenants de sujets de 10 ans formaient des racines dans le "propagateur" temporaire. Dans les deux conditions expérimentales, les pousses de jeunes plants de 6 et 15 mois étaient les plus aptes à former des racines.

Lorsqu'on a traité en taillis les jeunes plants de ces deux âges, les pousses les plus âgées ont montré la meilleure survivance (100%) et les tiges de celles-ci qui avaient 8 à 16 bourgeons ont produit des pousses plus uniformes croissant de façon satisfaisante. Les tiges provenant d'arbres de 10 ans n'ont pas été coupées.

Partie B: Le Margousier

LE MARGOUSIER (NEEM)

M.A. Ogigirigi
et
F.Y. Adekiya
Shelterbelt Research Station
Kano, Nigeria

Ce document retrace l'histoire du margousier ou neem (Azadirachta indica) dans la zone soudanienne du Nigeria septentrional; il donne une description générale de l'arbre, de sa phénologie, de ses caractéristiques et de ses utilisations sylvicoles; il décrit les méthodes actuelles appliquées aux pépinières, aux plantations et à l'entretien de l'arbre.

Après son introduction dans la zone soudanienne en 1928, le margousier est devenu, avec près de 1 500 hectares plantés en 1964, l'espèce la plus importante dans la zone. Son bois est surtout utilisé comme bois de service et bois de feu.

Le margousier a des racines profondes et un houppier grand et dense; c'est un semencier prolifique dès l'âge de cinq ans. Les plants proviennent surtout de pépinières où ils sont cultivés dans des tubes de polyéthylène et repiqués à des intervalles de 2,4 x 2,4 m ou 2,7 x 2,7 m. Il faut procéder à deux hersages mécaniques par an pendant les trois premières années pour lutter contre les plantes adventices. Au voisinage des grandes villes, où les terres agricoles et les produits ligneux sont rares, la culture est pratiquée avec succès dans les plantations où l'on récolte des arachides, des haricots et parfois du millet.

Le semis direct s'est révélé également une méthode simple et bon marché, aux résultats prometteurs, pour enrichir de larges zones de savane.

PROPRIETES PHYSIQUES DE SOLS PORTANT DES MARGOUSIERS A YAMBAWA DANS L'ETAT DE KANO

J.E. Ujah
Shelterbelt Research Station
Kano, Nigeria

On a procédé à l'analyse granulométrique et à la mesure de la densité apparente, de la densité réelle, de la porosité totale et de la teneur en eau du sol de quatre emplacements choisis portant (a) des margousiers de cinq ans, (b) des margousiers d'un an, (c) uniquement des plantes adventices, et (d) d'un autre emplacement où le margousier avait péri au bout d'un an. Les résultats n'ont fait apparaître aucune différence significative entre les emplacements où le margousier vient bien et ceux où il ne réussit pas ou bien où il n'a jamais été planté.

Partie C: Les Eucalyptus

TECHNIQUES DE PLANTATION D'EUCALYPTUS

G.O.A. Ojo
Forestry Research Institute of Nigeria
Ibadan, Nigeria

Les eucalyptus utilisés dans les travaux de plantation dans la savane nigériane sont E. camaldulensis, E. tereticornis, E. citriodora, E. cloeziana et l'hybride E. "saligna".

On emploie des techniques d'aménagement intensif. La végétation naturelle est abattue, désouchée et brûlée et le terrain est labouré. Le matériel de plantation est élevé dans des pots de polyéthylène jusqu'à ce qu'il ait atteint la hauteur d'environ 30 cm, pour être repiqué au début de la saison des pluies lorsque le sol est humide jusqu'à une profondeur d'environ 15 cm. Les diverses essences ont un degré variable de résistance aux stress immédiatement après la plantation; si la plupart d'entre elles peuvent tolérer jusqu'à une semaine de temps sec imprévu, par contre E. cloeziana doit être planté par temps très humide. Les espacements adoptés vont de 1,8 x 1,8 m à 2,8 x 2,8 m suivant les objectifs de la préparation du terrain et la méthode de désherbage qui sera retenue. Trois à quatre désherbages, effectués à la main autour des arbres et en général à la machine entre les lignes, sont pratiqués la première année pendant les pluies. On désherbe moins fréquemment pendant les années suivantes, mais l'opération reste nécessaire jusqu'à ce que le couvert se referme - souvent en un à deux ans, selon l'essence. E. cloeziana donne un couvert dense, mais E. citriodora a un houppier clair et exige des désherbages pendant trois ou quatre ans. L'application d'engrais boraté au sol quelques semaines après la plantation et à raison de 56 g par plant est extrêmement bénéfique. Sur des sols très sableux, l'application est faite pendant une période de deux ans.

Etant donné que ces eucalyptus ont des houppiers clairs, la protection contre le feu des plantations en savane exige le désherbage, le tracé de lignes d'appui et des rondes de surveillance.

PREMIERS STADES DE CROISSANCE DE QUELQUES EUCALYPTUS DE LA SAVANE NIGERIANE

D.E. Iyamabo
Agricultural Research Council, Moor Plantation
Ibadan, Nigeria
et
M.A. Ogigirigi
Shelterbelt Research Station
Kano, Nigeria

En étudiant la croissance en hauteur et en diamètre d'Isoberlinia doka, Khaya senegalensis, Eucalyptus citriodora, E. cloeziana, E. deglupta, E. propinqua, E. robusta et E. tereticornis, on a constaté chez les eucalyptus des vitesses et des périodicités de croissance supérieures à celles des espèces indigènes de la savane du Nord-Nigeria. Le méristème apical et latéral, en état de dormance pendant une partie de l'année chez I. doka et K. senegalensis, reste actif toute l'année chez les eucalyptus, ce qui leur permet de continuer à croître appréciablement au cours de la saison sèche. Toutefois, l'accélération

de la croissance en hauteur commence à la fin d'avril, ou au début de mai quand le sol s'est suffisamment réhumidifié. L'accélération de la croissance en hauteur commence plus tôt - au mois de mars - mais une partie de cette "croissance" peut être attribuée à l'hydratation des tissus du tronc sous l'effet de l'humidité atmosphérique croissante. A partir du milieu environ de la saison des pluies et pendant la saison sèche suivante, les taux de croissance diamétrale diminuent progressivement chez I. doka et dans toutes les espèces d'eucalyptus. Le fait peut apparemment être attribué au lessivage énergique de l'azote de la litière forestière accumulée au cours de la saison sèche, plutôt qu'à un déficit hydrique.

NUTRITION D'EUCALYPTUS

O. Kadeba
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria

Les études sur la nutrition se rapportent à plusieurs méthodes intégrées de sylviculture employées dans l'établissement et l'aménagement de plantations exotiques d'eucalyptus au Nigeria.

Le bore, l'azote et le phosphore sont les trois éléments qui peuvent influer sur la croissance des différentes espèces d'eucalyptus qui font l'objet d'essais dans le cadre du programme de boisement. Les résultats de toutes les expériences sur le terrain montre de façon concluante que le dépérissement de l'eucalyptus pendant la saison sèche est associé à une carence en bore, qui pourrait être corrigée par l'application d'un engrais boraté, au taux de 50 g par arbre. On a obtenu sur certains sites, une augmentation de la croissance, à la suite d'une application d'engrais azotés et phosphatés. Une caractéristique générale est l'intéraction positive entre l'azote et le phosphore. L'utilisation de potassium est restée sans effet.

QUELQUES ASPECTS DES RAPPORTS EUCALYPTUS/EAU DANS LA SAVANE NIGERIANE

M.A. Ogigirigi
Shelterbelt Research Station
Kano, Nigeria

D'après des études effectuées dans la région nord du Nigeria sur les rapports eucalyptus/eau dans la savane, la faculté "d'éviter" la sécheresse est, chez E. cloeziana, E. robusta, E. pilularis et E. propinqua, une composante décisive de leur résistance, tandis la "tolérance" à la sécheresse est un facteur important chez E. camaldulensis. La mesure de la transpiration de feuilles coupées de quatre espèces d'eucalyptus a montré que c'est chez E. pilularis, suivi de E. robusta, E. tereticornis et E. camaldulensis que le mécanisme des stomates parvient le mieux à empêcher la perte d'eau. L'amplitude des variations saisonnières du déficit hydrique de la feuille est également moindre chez E. robusta, E. propinqua et E. cloeziana que chez E. camaldulensis.

En cas de fort déficit hydrique du sol, E. camaldulensis utilise l'eau plus efficacement et a une croissance en hauteur plus marquée que Pinus caribaea, E. tereticornis et E. robusta. Chez E. robusta, la consommation d'eau est forte et la croissance bonne quand la teneur en eau du sol est moyenne à faible, mais une forte mortalité se produit lorsque le déficit hydrique du sol est le plus marqué. Chez P. caribaea, d'autre part, la consommation d'eau est forte quand la teneur en eau du sol est élevée, mais basse lorsque cette dernière devient un facteur limitant.

INFLUENCE DES PLANTATIONS D'EUCALYPTUS SUR LES SOLS

O. Kadeba
et
B.S.K. Onweluso
Savanna Forestry Research Station
Samaru, Zaria, Nigeria

L'analyse comparée des sols de parcelles plantées en *Eucalyptus cloeziana*, en *E. torelliana* et de ceux portant la savane boisée adjacente montre que les premiers sont plus pauvres en matière organique et en potassium échangeable dans les horizons minéraux. Aucune différence n'a été constatée en ce qui concerne la teneur en calcium et en magnésium. Cependant, la litière de feuilles qui recouvre le sol est beaucoup plus épaisse sous les eucalyptus: on a rélevé les chiffres suivants: 14,59, 14,20 et 6,60 tonnes/hectare (poids sec), respectivement, pour des *Eucalyptus cloeziana* de 8 ans à Afaka, des *E. torelliana* de 9 ans à Miango et pour une savane boisée protégée du feu depuis 20 ans.

CROISSANCE ET RENDEMENT DES ESPECES *Eucalyptus* DANS LES ZONES DE SAVANNE AU NIGERIA

J.O. Abayomi
Forestry Research Institute of Nigeria
Ibadan, Nigeria

L'accroissement et le rendement de quelques essences d'Eucalyptus sont décrits et comparées en differents endroits des zones de Savanne au Nigeria. Le meilleur accroissement enregistré est celui de l'*Eucalyptus grandis* à Ngoroji sur le plateau de Mambilla, tandis que, dans les plaines, *Eucalyptus camaldulensis* (origine de Petford), *E. tereticornis* et quelques pieds de *E. grandis* ont eu un rendement plutôt élevé. Afaka semble fournir l'exemple du site expérimental le plus favorable en plaine pour établir des plantations d'Eucalyptus. Quelques limitations sur les comparaisons exposées ici sont indiquées.

Annexe 2

COUTS DES PLANTATIONS: EXEMPLE DE LA ZAMBIE

A.C. Finch
Division de la Recherche Forestière
Kitwe, Zambie

ESTIMATION DES COUTS DIRECTS D'ETABLISSEMENT EN 1973*

		Eucalyptus (Kz/ha) +	Pins (Kz/ha) +
1.	Préparation du terrain	175,64	175,64
2.	Plants de pépinière	4,89	8,32
3.	Mise à demeure		
	(a) Prédiscage	3,34	2,96
	(b) Autres opérations de plantation	9,48	11,59
4.	Fertilisation	10,96	-
5.	Désherbage (première campagne)		
	(a) Manuel	6,53	10,45
	(b) Mécanique	17,59	18,07
6.	Désherbage (deuxième campagne)		
	(a) Manuel	-	-
	(b) Mécanique	-	6,77
7.	Désherbage (troisième campagne)		
	(a) Manuel	-	-
	(b) Mécanique	-	4,51
8.	Coût total	228,43	238,31

* A savoir: main-d'oeuvre et encadrement direct, traitements, sécurité sociale, allocations de congé, de logement et de nourriture, coût des machines utilisées et des matériaux consommés.

\+ 1 Kwacha = US$ 1.56

COUTS DE BASE POUR LA PREPARATION DU TERRAIN

	Kz par acre brut (0,4 ha)	Kz par acre net
Abattage	11,50	
Andainage	22,00	
Dessouchage, défrichage et brûlage	12,00	
	45,50	56,74
Nettoyage et labourage	11,50	14,34
Coût total par acre	57,00	71,08
Coût total par hectare	140,85	175,64

Le coût total par acre net (71,08 kz) comprend un coût supplémentaire de 6 pour cent pour le transport jusqu'aux trous de plantation; on a admis que la superficie nette équivaut à 85 pour cent de la superficie brute. L'IP a l'intention de conserver une marge de 50 pour cent de la superficie en prévision de difficultés éventuelles de défrichement des terres l'année suivante. Cela grève le coût du terrain préparé pour l'année suivante d'un intérêt moyen de 1,84 kz par acre (supérficie nette).

COUT DE LA MAIN-D'OEUVRE PAR JOURNEE DE TRAVAIL

	Main-d'oeuvre (kz)	Encadrement		Conducteurs (kz)
		Sur le terrain (kz)	Mécaniciens (kz)	
Salaire annuel de base	342,00	734,40	853,20	475.20
Contribution sécurité sociale	25,20	72,00	84,00	48,00
Allocations de nourriture et d'habillement	20,00	20,00	20,00	20,00
Coût du logement (intérêt de 7 pour cent sur 20 ans)	142,00	142,00	208,00	142,00
Coût total de base par an	529,20	968,40	1163,20	685,20
Coût de base/jour ouvrable (:-230)	2,30	4,24	5,10	3,00
Prime d'encouragement 40 pour cent du salaire journalier de base	0,38	-	-	0,52
Coût total/jour ouvrable	2,68	4,24	5,10	3,52

PINS: ESTIMATIONS DES COUTS D'ETABLISSEMENT EN 1973

	Input/hectare	Coût estimé kz/hectare
1. Plants de pépinière		
Main-d'oeuvre	2,423 homme-jour 2,82 kz	6,83
Camion de 7 tonnes	1,639 km x 0,13 kz	0,21
D-4	0,024 heure x 4,00 kz	0,09
Matériaux	1,189 kz	1,19
		8,32
Coefficient d'encadrement	1:10	

Estimation faite en prévoyant 1 490 plants par hectare pour tenir compte des pertes pépinières et regarnis nécessaires.

2. Plantation		
(a) Prédiscage		
Conducteurs	homme-jour x 3,72 kz	0,86
Tracteur	1,198 heures x 1,75 kz	2,10
		2,96
Coefficient d'encadrement	1:7	
(b) Autres opérations, notamment le piquétage, le transport jusqu'aux trous et la plantation.		
Main-d'oeuvre	3,356 homme-jour x 2,76 kz	9,26
Conducteurs	0,361 homme-jour x 3,52 kz	1,27
Tracteur	0,477 heures x 1,75 kz	0,83
Camion	1,787 km x 0,13 kz	0,23
		11,59
Coefficient d'encadrement	1:18	
3. Désherbage (première campagne)		
(a) Désherbage manuel (3 fois)		
Travail	3,284 homme-jour x 2,88 kz	9,46
Transport	9,941 km x 0,10 kz	0,99
		10,45
Coefficient d'encadrement	1:7	
(b) Mécanique (8 fois)		
Conducteurs	1,000 homme-jour x 3,75 kz	3,75
Tracteur	7,910 heures x 1,75 kz	13,84
Transport	4,784 km x 0,10 kz	0,48
		18,07
Coefficient d'encadrement	1:6	
4. Désherbage (deuxième campagne) (4 fois)		
Conducteurs	0,371 homme-jour x 3,75 kz	1,39
Tracteur	2,965 heures x 1,75 kz	5,19
Transport	1,853 km x 0,10 kz	0,19
		6,77
Coefficient d'encadrement	1:6	
5. Désherbage (troisième campagne) (2 fois)		
Conducteurs	0,247 homme-jour x 3,75 kz	0,93
Tracteur	1,977 heures x 1,75	3,46
Transport	1,236 km x 0,10 kz	0,12
		4,51
Coefficient d'encadrement	1:6	

PLAN RECAPITULATIF DES OPERATIONS SYLVICOLES ET DE LEUR COUT PAR HECTARE

Description des tâches	Chati		Ndola		Ichimpo		Superficie Total (ha)	Productivités et Coûts Moyens (pondéré par superficie)			
	Superficie (ha)	Coût kz/ha	Superficie (ha)	Coût kz/ha	Superficie (ha)	Coût kz/ha		homme-jour/ha	km des camions/ha	heures de tracteur/ha	kz/ha
Elevage des plants (milliers de plants)	(879)	(5,65)	(924)	(5,31)	(2306)	(6,19)	(4109)	2,0	(5,89)	1,8	0,2
Hersage avant plantation	1349	6,82	428	5,97	2192	5,13	3969	0,4	5,79	2,0	1,0
Piquetage, plantation	968	5,88	397	18,24			1365		9,47		1,1
Regarnis	528	0,44	14	3,07			542	0,3	0,50	1,0	
Fertilisation des eucalyptus	619	5,09	13	20,23	20	22,35	652	1,5	5,92	3,0	
Premier sarclage à la main (pin)			2165	3,55	2078	2,67	4243	2,5	3,11	4,8	
Deuxième sarclage à la main (pin)			1899	4,85	187	3,41	2086	2,9	4,72	8,1	
Premier sarclage à la main (eucalyptus)	2564	2,45	26	5,38			2590	1,3	2,47	4,7	
Premier sarclage mécanique (pin)			6423	3,28	5163	2,75	11586	0,2	3,04	1,6	1,1
Deuxième sarclage mécanique (pin)			5084	3,10	607	3,19	5691	0,2	3,10	3,5	1,1
Troisième sarclage mécanique (pin)			4171	2,81			4171	0,2	2,81	1,2	1,1
Premier sarclage mécanique (eucalyptus)	3870	1,77					3870	1,0	1,77	1,6	0,6
Premier élagage (pin)	175	5,09	648	5,47			823	3,4	5,38	0,6	
Troisième élagage (pin)	91	6,01					91	3,7	6,01	8,8	
Elagage des eucalyptus	816	4,48					816	2,6	4,48	3,7	
Martelage des éclaicies	497	0,58	272	1,16			769	0,5	0,78	0,5	
Première éclaircie des pins par empoisonnement	138	7,09	33	32,33			171	1,4	11,96	7,9	
Eclaircie sélective des taillis	29	2,97			31	17,13	60	8,1	10,28	0,0	
Lutte contre lescolyte	135	2,90					135		2,90		

EXPOSE PAR PAYS

Annexe 3

Questionnaire pour les exposés par pays: BENIN

1. GEOGRAPHIE - GENERALITES

1.1 Superficie du pays: 112 600 km^2.

1.2 Situation: longitude 0,40 et 3,45; latitude 6,15 et 12,25

1.3 Population: 3 25 0 000 habitants

1.4 Principaux types climatiques et zones de végétation: climat équatorial avec vestige de forêt semi-decidue; climat continental avec formation de savane arborée; climat continental ou formation de savane arborée claire.

2. FORETS ET POLITIQUE NATIONALE FORESTIERE

2.1 Zone de forêt dense: --- km^2

2.2 Zone de savane 1/: 22 000 km^2

2.3 Pourcentage des terres couvertes par la forêt dense: — %
" " " " par la savane 1/: 20 %

2.4 Existe-t-il une déclaration officielle établissant une politique nationale forestière? OUI

2.4.1 Si une telle politique existe, quels en sont les buts principaux?
Assurer la constitution et la conservation du domaine forestier de l'Etat et assurer le reboisement et l'exploitation rationnelle.

2.4.2 S'il existe une déclaration officielle de politique forestière pour la zone de savane, veuillez en indiquer brièvement les points principaux.
Défense des feux de brousse, autorisation des feux précoces sous la surveillance de l'Etat.

2.5 Existe-t-il une législation permettant la mise en oeuvre de la politique? OUI

2.6 Régime de propriété des forêts et savane:

	Forêt dense	Savane
- sous le contrôle de l'Etat	........%	20 %
- propriété privée	........%	- %
- appartenant aux communes	........%	....%
- propriété non déterminée	........%	....%

1/ Dans ce questionnaire, on entend par savane tous les types de végétation tropicale dans lesquels les graminées jouent un rôle important. Sont exclus, d'un côté, la forêt dense et les fourrés, et de l'autre, le désert. Entre ces deux extrêmes, la savane au sens large comprend les divers types de savane boisée ou non et de steppe, décrits à l'Annexe 1 du manuel "Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines", Collection FAO: Mise en valeur des forêts, No. 19, par M.V. Laurie, 1974.

2.7 Principaux produits forestiers provenant de l'ensemble de la zone boisée (par exemple: bois de feu, charbon de bois, grumes de sciage, gomme, cire et miel d'abeille, grumes de placage, grumes pour traverses, poteaux, pieux et pilotis, bois à pâte).

Bois de feu et à charbon 4 300 000 stères; grume de sciage 20 000 m^3; perches et poteaux 200 000.

2.8 Personnel forestier

	de l'Etat	Divers
Cadres supérieurs (avec formation universitaire)	6	-
Cadres (possédant un diplôme ou un certificat moyen d'école professionnelle)	10	-

2.9 Budget annuel brut des forêts: 100 000 dollars E.U.

3. GENERALITES - BOISEMENT ET REBOISEMENT

3.1 Superficies

3.1.1 Surface totale nette 1/ des plantations à la fin de 1974: —— ha

3.1.2 Surface nette 1/ des plantations dans les savanes à la fin de 1974: —— ha

3.1.3 Plans de boisement/reboisement (superficie totale): —— ha par an

3.1.4 Plans de plantation en savane (superficie annuelle): facultatif ha par an

3.2 Organisation et administration des projets de plantation dans les savanes

3.2.1 Services forestiers d'Etat: 100 %

3.2.2 Divers (Précisez) — %

3.3 Principales utilisations finales auxquelles la plantation est destinée (par exemple, production de bois de sciage, de pieux et pilotis, de bois à pâte, de bois de feu, protection, etc.), essences, accroissement et révolution des principales plantations en savane.

Utilisation finale	Essence	Surface nette 1/ (ha)	Révolution (années)	Accroissement annuel moyen en fin de révolution (m^3/ha/an)
sciage	Teck	6 285 ha	60 ans	-
"	Cedrela	250	étude	-
pieux et pilotis	Teck	715	7 à 8 ans	-
"	Filao	500	8 à 10 ans	-
bois de feu	Filao	1 000	8 à 10 ans	-

1/ Par surface nette on entend la superficie totale plantée moins la surface occupée par les routes, chemins, constructions et autres terres non plantées.

4. TECHNIQUES DE PEPINIERES EN SAVANE

4.1 Types des pépinières et capacité de production

4.1.1 Quelle est la capacité de production totale annuelle des pépinières fixes existantes? 1 000 000 plants

4.1.2 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) de ces pépinières? 750 000 plants

4.1.3 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) des pépinières temporaires? — plants

4.2 Plants

4.2.1 Indiquez les types principaux de plants (plants à racine nue, stumps, plants en récipients, etc), produits pour les essences de plantation en savane les plus importantes.

Espèces	Types de plants
Teck	Stumps
Gmelina Cedrela	haute tige racines nues
Neem	" " " "
Filao	panier de 10 cm sur 30 cm

4.2.2 Si des récipients sont utilisés, indiquez le type (pots ou tubes en polyéthylène, "jiffy pots", etc.) et précisez les dimensions (à plat pour le polyéthylène).
Panier tressé avec nervure de palme de profondeur de 30 cm sur 10 cm de diamètre.

4.2.3 Indiquez la hauteur moyenne des sujets repiqués en savane et le temps (en semaines) nécessaire pour la croissance des plants dans les pépinières.

Essences	Sujets à repiquer	Nombre de semaines en pépinières
Filao	10 - 15 cm	6 semaines

4.3 Méthodes de pépinières pour les plantations en savane

4.3.1 Décrivez brièvement les méthodes utilisées pour les semis dans les pépinières (semis en planche, repiquage, semis directs en pots, etc.).
Pour le teck le semis est en ligne sur planche à intervalle de 10 cm environ ainsi que pour le Cedrela, le Neem, le Gmelina. Pour le filao il est fait à la volée pour être repiqué après six semaines.

4.3.2 Décrivez brièvement les mélanges de terre et les engrais utilisés (quantités).
La quantité de fumier apporté n'est pas mesurée. Aucun engrais n'est utilisé.

4.3.3 Décrivez brièvement les méthodes et le régime d'arrosage des pépinières (si du matériel d'irrigation est employé, précisez le type).
Toutes nos pépinières sont arrosées simplement à l'aide d'arrosoire avec paume; seule la pépinière à filao de sème possède un tourniquet avec château d'eau.

4.3.4 Décrivez brièvement les méthodes habituelles de protection (contre les agents pathogènes, les insectes, les animaux, les éléments).
Incorporation au fumier du HCH ou du DDT pour chasser les termites qui s'attaquent aux semis de filao en pépinière.

5. TECHNIQUES DE PLANTATION FORESTIERE DANS LES SAVANES

5.1 Choix du terrain

5.1.1 Existe-t-il des cartes détaillées des types de végétation des zones de savane? OUI

5.1.2 Existe-t-il des cartes détaillées des sols de savane et des résultats d'enquêtes pédologiques? OUI

5.2 Défrichement et préparation du terrain

5.2.1 Décrivez brièvement les principales méthodes de défrichement employées.
Il est fait au coupe-coupe et à la hache. Il est envisagé un défrichement mécanisé au bulldozer; c'est à l'étude.

5.2.2 Décrivez brièvement les techniques de préparation du sol après le défrichement.
Après le défrichement, il y a le brûlage, ensuite le dégagement des gros trous gênants. Le piquetage s'ensuit.

5.3 Plantation et semis directs en savane

5.3.1 Des semis directs sont-ils faits en savane? OUI

Si oui, précisez quelles essences sont employées: anacadier

5.3.2 Indiquez les espacements les plus fréquemment adoptés pour les principales essences.
5 x 5 ou 6 x 6 devenant, après éclaircie, 10 x 10 ou 12 x 12

5.3.3 Indiquez le nombre total d'hectares de savane plantés à ce jour en "taungya": 5 000 ha

5.4 Entretien des plantations en savane

5.4.1 Indiquez brièvement les méthodes et la fréquence du désherbage.
2 désherbages par an pour le teck en jeune âge, 1 rabattage par an à partir de la 4è année et 1 déjumelage, 2 désherbages ou 1 labourage par an pour l'anacardium

5.4.2 Si les plantations sont irriguées indiquez, pour chaque espèce, la surface irriguée, la fréquence et les quantités d'eau utilisées? NON

5.5 Protection des plantations en savane

5.5.1 Décrivez brièvement les méthodes de protection utilisées contre les insectes, les agents pathogènes et les animaux.
Actuellement aucune lutte digne de ce mot. Le Service des Recherches étudie le pourridié, le borer du caïlcédrat, la galle de l'iroko.

5.5.2 Existe-t-il un système national d'évaluation des dangers des feux de forêts? NON

5.5.3 Des pare-feux et des tranchées garde-feux ont-ils été prévus au moment des plantations? OUI

5.5.4 Existe-t-il un système de brûlage contrôlé (brûlage obligatoire ou précoce) dans les plantations en savane? NON
au voisinage des plantations? OUI

6. AMELIORATION DES SEMENCES ET DES ESSENCES

6.1 Existe-t-il un centre national de coordination pour les graines forestières? NON

6.2 Existe-t-il un système national de certification des graines? OUI

6.3 Existe-t-il des aménagement permettant l'entreposage des semences à température contrôlée? NON

6.4 Indiquez les sources les plus importantes d'approvisionnement en semences des principales essences plantées en savane.
Pour le teck comme pour l'Anacardier, le Cedrela, le Neem, les graines sont récoltées sur des porte-graines selectionnés sur le territoire béninois.

6.5 Donnez la liste des essences ayant fait l'objet d'essais comparatifs en savane. Précisez entre parenthèses le nombre de provenances pour chaque essence.
Les seules Cedrela odorata, Gmelina arborea depuis longtemps introduites au Bénin s'y sont acclimatées.

7. BIBLIOGRAPHIE

Donnez la liste des principales publications de votre pays sur les pépinières et de plantation en savane. NEANT

Questionnaire pour les exposés par pays: CONGO (voir Annexe 4)

1. GEOGRAPHIE - GENERALITES

1.1 Superficie du pays: 342 000 km^2.

1.2 Situation: longitude entre 11°9'4" et 18°40" ; latitude entre 3°42'30" N et 5°2'3" S.

1.3 Population: 1 500 000 habitants

1.4 Principaux types climatiques et zones de végétation: climat équatorial avec deux saisons; saison sèche de mai à septembre et saison de pluie d'octobre à avril. Forêt dense, forêt inondée, savane, galeries forestières.

2. FORETS ET POLITIQUE NATIONALE FORESTIERE

2.1 Zone de forêt dense: 205 000 km^2 environ

2.2 Zone de savane 1/: 137 000 km^2 environ

2.3 Pourcentage des terres couvertes par la forêt dense: 60 %
par la savane 1/: 40 %

2.4 Existe-t-il une déclaration officielle établissant une politique nationale forestière? OUI

2.4.1 Si une telle politique existe, quels en sont les buts principaux?
- Détenir le monopole de la commercialisation du bois.
- Renforcer et développer le secteur de l'état dans le domaine de l'exploitation.
- Accroître la proportion du bois à transformer dans le pays même.
- Poursuivre les opérations de recherche tendant à promouvoir les essences peu ou pas exploitées.
- Poursuivre l'opération/plantation d'eucalyptus et de pins.

2.4.2 S'il existe une déclaration officielle de politique forestière pour la zone de savane, veuillez en indiquer brièvement les points principaux
Poursuivre l'opération/plantation d'eucalyptus et de pins. Premier Programme Triennal de la République Populaire du Congo.

2.5 Existe-t-il une législation permettant la mise en oeuvre de la politique? OUI
Code forestier Loi 05 du 4.1.74

2.6 Régime de propriété des forêts et savane:

	Forêt dense	Savane
- sous le contrôle de l'Etat	100 %	100 %
- propriété privée	- %	- %
- appartenant aux communes	- %	- %
- propriété non déterminée	- %	- %

2.7 Principaux produits forestiers provenant de l'ensemble de la zone boisée (par exemple: bois de feu, charbon de bois, grumes de sciage, gomme, cire et miel d'abeille, grumes de placage, grumes pour traverses, poteaux, pieux et pilotis, bois à pâte).
Bois de chauffe, charbon de bois, poteaux.

1/ Voir page 279 (Bénin)

2.8 Personnel forestier	de l'Etat	Divers
Cadres supérieurs (avec formation universitaire)	13	-
Cadres (possédant un diplôme ou un certificat moyen d'école professionnelle)	17	-

2.9 **Budget annuel brut des forêts:** —— dollars E.U.

3. GENERALITES - BOISEMENT ET REBOISEMENT

3.1 Superficies

3.1.1 Surface totale nette1/ des plantations à la fin de 1974: 13 827 ha

3.1.2 Surface nette1/ des plantations dans les savanes à la fin de 1974: 7 392 ha

3.1.3 Plans de boisement/reboisement (superficie totale): — ha par an

3.1.4 Plans de plantation en savane (superficie annuelle): 500 ha par an environ

3.2 Organisation et administration des projets de plantations dans les savanes

3.2.1 Services forestiers d'Etat: 100 %

3.2.2 Divers (Précisez): Néant

3.3 Principales utilisations finales auxquelles la plantation est destinée (par exemple, production de bois de sciage, de pieux et pilotis, de bois à pâte, de bois de feu, protection, etc.), essences, accroissement et révolution des principales plantations en savane.

Utilisation finale	Essence	Surface nette1/ (ha)	Révolution (années)	Accroissement annuel moyen en fin de révolution (m^3/ha/an)
Bois d'oeuvre	Limba	6 435	35 ans	4 m^3/ha/an
Bois à pâte	Eucalyptus	5 179	4 à 6 ans	20 à 35m^3/ha/an
"	Pinus	2 213	8 à 12 ans	10 à 20m^3/ha/an

4. TECNHIQUES DE PEPINIERES EN SAVANE

4.1 Types de pépinières et capacite de production

4.1.1 Quelle est la capacité de production totale annuelle des pépinières fixes existantes? 2 000 000 plants

4.1.2 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) de ces pépinières? 630 400 plants

4.1.3 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) des pépinières temporaires? —— plants

1/ Voir page 280 (Bénin)

4.2 Plants

4.2.1 Indiquez les types principaux de plants (plants à racine nue, stumps, plants en récipients, etc.), produits pour les essences de plantation en savane les plus importantes.

Espèces	Types de plants
Eucalyptus platyphylla	Plants en récipients (pots plastiques)
Eucalyptus XII A.B.L.	"
Eucalyptus urophylla	"
Pinus caribaea	"
Pinus oocarpa	"

4.2.2 Si des récipients sont utilisés, indiquez le type (pot ou tubes en polyéthylène, "jiffy pots", etc.) et précisez les dimensions (à plat pour le polyéthylène).

Pots en polyéthylène: 17 x 21 cm

4.2.3 Indiquez la hauteur moyenne des sujets repiqués en savane et le temps (en semaines) nécessaire pour la croissance des plants dans les pépinières.

Essences	Sujets à repiquer (plantation)	Nombre de semaines en pépinières
Eucalyptus	10 cm à 15 cm	8 semaines
Pinus	10 cm	12 semaines

4.3 Méthodes de pépinières pour les plantations en savane

4.3.1 Décrivez brièvement les méthodes utilisées pour es semis dans les pépinières (semis en planche, repiquage, semis directs en pots, etc.).

- Semis à la volée dans des germoirs irrigués pour les Eucalyptus.
- Repiquage dans des pots plastiques après 1 mois (4 semaines).
- Pour les pins, semis en ligne, repiquage après 6 semaines dans des pots en polyéthylène.

4.3.2 Décrivez brièvement les mélanges de terre et les engrais utilisés (quantités).

Mélange: terre noire et sable à 50 %

Engrais: complet (10. 10. 20.), et scories Thomas

4.3.3 Décrivez brièvement les méthodes et le régime d'arrosage des pépinières (si du matériel d'irrigation est employé, précisez le type).

- Arrosage avec arrosoirs manuels à pomme fins.
- Arrosage au tourniquet - 2 fois par jour du début de pépinières et 1 fois par jour vers la fin.

4.3.4 Décrivez brièvement les méthodes habituelles de protection (contre les agents pathogènes, les insectes, les animaux, les éléments).

- Emploi d'insecticides soupoudrés autour des germoirs et des aires de stockage des plants (Dieldrex Py ou Phytosol).

5. TECHNIQUES DE PLANTATION FORESTIERE DANS LES SAVANES

5.1 Choix du terrain

5.1.1 Existe-t-il des cartes détaillées des types de végétation des zones de savane? OUI

5.1.2 Existe-t-il des cartes détaillées des sols de savane et des résultats d'enquêtes pédologiques? OUI

5.2 Défrichement et préparation du terrain

5.2.1 Décrivez brièvement les principales méthodes de défrichement employées.

<u>En forêt dense</u>: défrichement à la hache et à la scie à moteur

<u>En savane</u>: dessouchage mécanisé avec des bulldozers

5.2.2 Décrivez brièvement les techniques de préparation du sol après le défrichement.

- Rail pour coucher l'herbe - brûlage
- Labour à la charrue, au Crop master, ou au cover Crop
- Pulvérisage avec pulvériseur à disques

5.3 Plantation et semis directs en savane

5.3.1 Des semis directs sont-ils fait en savane? NON

Si oui, précisez quelles essences sont employées: ----

5.3.2 Indiquez les espacements les plus fréquemment adoptés pour les principales essences.

écartement: 2,50 x 2,50 m et 3,12 x 3,12 m

5.3.3 Indiquez le nombre total d'hectares de savane plantés à ce jour en "taungya": --- ha

5.4 Entretien des plantations en savane

5.4.1 Indiquez brièvement les méthodes et la fréquence du désherbage.

- Déchaumage croisé entre les lignes à l'aide d'un tracteur à roues muni d'une déchaumeuse à disques ou d'un rotavator.
  Fréquence: 1 fois par trimestre la première année de plantation (soit 4 fois) - 3 fois la deuxième année.

- Sarclage manuel autour des plants

5.4.2 Si les plantations sont irriguées indiquez, pour chaque espèce, la surface irriguée, la fréquence et les quantités d'eau utilisées. ---

5.5 Protection des plantations en savane

5.5.1 Décrivez brièvement les méthodes de protection utilisées contre les insectes, les agents pathogènes et les animaux.

Au moment des plantations, des appâts empoisonnés sont déposés au pied de chaque plant pour lutter contre les insectes, particulièrement les grillons coupe tige.

5.5.2 Existe-t-il un système national d'évaluation des dangers des feux de forêts? NON

5.5.3 Des pare-feux et des tranchées garde-feux ont-ils été prévus au moment des plantations? OUI

5.5.4 Existe-t-il un système de brûlage contrôlé (brûlage obligatoire ou précoce) dans les plantations en savane? OUI
au voisinage des plantations? OUI

6. AMELIORATIONS DES SEMENCES ET DES ESSENCES

6.1 Existe-t-il un centre national de coordination pour les graines forestières?
OUI

6.2 Existe-t-il un système national de certification des graines? NON

6.3 Existe-t-il des aménagements permettant l'entreposage des semences à temperature contrôlée? OUI

6.4 Indiquez les sources les plus importantes d'approvisionnement en semences des principales essences plantées en savane.

Eucaluptus: Australie, Nouvelle Guinée, Congo (vieilles plantations)

Pinus: Amérique centrale, Congo (vieilles plantations)

6.5 Donnez la liste des essences ayant fait l'objet d'essais comparatifs en savane. Précisez entre parenthèses le nombre de provenances pour chaque essence.

Divers eucalyptus, divers pins:

Eucalyptus urophylla
Eucalyptus tereticornis
Pinus caribaea
Pinus oocarpa

7. BIBLIOGRAPHIE

Donnez la liste des principales publications de votre pays sur les pépinières et de plantation en savane. ——

Questionnaire pour les exposés par pays: GHANA (voir aussi Annexe 5)

1. GEOGRAPHIE - GENERALITES

1.1 Superficie du pays: 238 539 km^2

1.2 Situation: longitude 1°E-3°O, latitude 5°N-11°N

1.3 Population: 10 millions d'habitants

1.4 Principaux types climatiques et zones de végétation: climat humide à tropical sec. On trouve trois zones de végétation principales: la zone littorale de fourrés, la forêt de haute futaie et la savane.

2. FORETS ET POLITIQUE NATIONALE FORESTIERE

2.1 Zone de forêt dense: 82 258 km^2

2.2 Zone de savane 1/: 150 497 km^2

2.3 Pourcentage des terres couvertes par la forêt dense: 34 %
par la savane 1/: 63 %

2.4 Existe-t-il une déclaration officielle établissant une politique nationale forestière? OUI

2.4.1 Si une telle politique existe, quels en sont les buts principaux?

a) Créer une réserve de ressources forestières permanentes pour répondre aux besoins directs et indirects de la population du Ghana.

b) Gérer les ressources forestières par des méthodes permettant d'assurer une productivité et une valeur maximales.

2.4.2 S'il existe une déclaration officielle de politique forestière pour la zone de savane, veuillez en indiquer brièvement les points principaux.

Voir 2.4.1

2.5 Existe-t-il une législation permettant la mise en oeuvre de la politique? OUI

2.6 Régime de propriété des forêts et savane:

	Forêt dense	Savane
- sous le contrôle de l'Etat	— %	— %
- propriété privée	— %	— %
- appartenant aux communes	100 %	100 %
- propriété non déterminée	— %	— %

2.7 Principaux produits forestiers provenant de l'ensemble de la zone boisée (par exemple: bois de feu, charbon de bois, grumes de sciage, gomme, cire et miel d'abeille, grumes de placage, grumes pour traverses, poteaux, pieux et pilotis, bois à pâte).

- Grumes de sciage, grumes de placage, grumes pour traverses, bois de feu, charbon de bois, poteaux, gomme, grumes pour la exportation.

1/ Voir page 279 (Bénin)

2.8 Personnel forestier

	de l'Etat	Divers
Cadres supérieurs (avec formation universitaire)	22	—
Cadres (possédant un diplôme ou un certificat moyen d'école professionnelle)	500	—

2.9 Budget annuel brut des forêts: 7 501 974 dollars E.U.

3. GENERALITES - BOISEMENT ET REBOISEMENT

3.1 Superficie

3.1.1 Surface totale nette 1/ des plantations à la fin de 1974: 23 208 ha

3.1.2 Surface nette 1/ des plantations dans les savanes à la fin de 1974: 3 331 ha

3.1.3 Plans de boisement/reboisement (superficie totale): 7 328 ha par an.

3.1.4 Plans de plantation en savane (superficie annuelle): 2 176 ha par an.

3.2 Organisation et administration des projets de plantation dans les savanes.

3.2.1 Services forestiers d'Etat 100 %

3.2.2 Divers (précisez) —

3.3 Principales utilisations finales auxquelles la plantation est destinée (par exemple, production de bois de sciage, de pieux et pilotis, de bois à pâte, de bois de feu, protection, etc.), essences, accroissement et révolution des principales plantations en savane.

Utilisation	Essence	Surface nette 1/ (ha)	Révolution (années	Accroissement annuel moyen en fin de révolution (m³/ha/an)
Bois de sciage	Teck & kyaya	—	60-70	—
Bois à pâte	Gmelina & eucalyptus	—	jusque 10	—
Poteaux	Anogeissus & teck	—	10-15	—
Charbon de bois	toutes essences	—	10-15	—
Bois de feu	" "	—	10-15	—
Bois de feu	Neem	—	10-15	—

1/ Voir page 280 (Bénin)

4. TECHNIQUES DE PEPINIERES EN SAVANE

4.1 Types des pépinières et capacité de production

4.1.1 Quelle est la capacité de production totale annuelle des pépinières fixes existantes?

3 million plants

4.1.2 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) de ces pépinières?

Inconnu (plants)

4.1.3 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) des pépinières temporaires?

Néant (plants)

4.2 Plants

4.2.1 Indiquez les types principaux de plants (plants à racine nue, stumps, plants en récipients, etc.), produits pour les essences de plantation en savane les plus importantes.

Espèces	Types de plants
Anogeissus	stumps
Teck	stumps
Eucalyptus	plants en récipients
Khaya senegalensis	plants effeuillés et plants en récipients
Neem	plants effeuillés et plants en récipients

4.2.2 Si des récipients sont utilisés, indiquez le type (pots ou tubes en polyéthylène, "jiffy pots", etc.) et précisez les dimensions (à plat pour le polyéthylène).

Pots en polyéthylène, 125 x 180 cm

4.2.3 Indiquez la hauteur moyenne des sujets repiqués en savane et le temps (en semaines) nécessaire pour la croissance des plants dans les pépinières.

Essences	Sujets à repiquer	Nombre de semaines en pépinières
Teck	450 - 600 cm	24 - 30
Eucalyptus	450 - 600 cm	18 - 24
Anogeissus	300 - 600 cm	24 - 30
Khaya senegalensis	450 - 600 cm	24 - 30
Neem	600 - 900 cm	24 - 30

4.3 Méthodes de pépinières pour les plantations en savane

4.3.1 Décrivez brièvement les méthodes utilisées pour les semis dans les pépinières (semis en planche, repiquage, semis directs en pots, etc.).

a) le teck, le khaya et le neem sont semés en planches et repiqués, immédiatement après germination, en planches ou en récipients;

b) Anogeisus est semé directement en planches. Pas de repiquage.

4.3.2 Décrivez brièvement les mélanges de terre et les engrais utilisés (quantités).

Aucun engrais. Les récipients sont généralement remplis de terre arable provenant de la pépinière. On utilise aussi du compost.

4.3.3 Décrivez brièvement les méthodes et le régime d'arrosage des pépinières (si du matériel d'irrigation est employé, précisez le type).

Les plantules cultivées en sacs de polyéthylène sont arrosés deux fois par jour, matin et soir, à l'aide d'un arrosoir. L'irrigation par rigoles est également pratiquée.

4.3.4 Décrivez brièvement les méthodes habituelles de protection (contre les agents pathogènes, les insectes, les animaux, les éléments).

On utilise Aldrex 40 contre les insectes. On construit des barrières pour protéger la pépinière contre les gros animaux, et des ombrières pour abriter les semis du soleil.

5. TECHNIQUES DE PLANTATION FORESTIERE DANS LES SAVANES

5.1 Choix du terrain

5.1.1 Existe-t-il des cartes détaillées des types de végétation des zones de savane? NON

5.1.2 Existe-t-il des cartes détaillées des sols de savane et des résultats d'enquêtes pédologiques? OUI

5.2 Défrichement et préparation du terrain

5.2.1 Décrivez brièvement les principales méthodes de défrichement employées.

Les feux de brousse annuels laissent généralement des touffes d'herbe que l'on défriche soit à la houe soit à la machette. La zone est ensuite dessouchée.

5.2.2 Décrivez brièvement les techniques de préparation du sol après le défrichement.

Après dessouchage, on trace des billons avec une charrue à deux disques et on repique les plantules sur les bourrelets.

5.3 Plantation et semis directs en savane

5.3.1 Des semis directs sont-ils fait en savane? OUI

Si oui, précisez quelles essences sont employées. Anogeissus

5.3.2 Indiquez les espacements les plus fréquemment adoptés pour les principales essences.

0.9 x 2.7 m, 1.8 x 2.7 m

5.3.3 Indiquez le nombre total d'hectares de savane plantés à ce jour en "taungya". —— ha

5.4 Entretien des plantations en savane

5.4.1 Indiquez brièvement les méthodes et la fréquence du désherbage.

Désherbage des bourrelets deux fois par an.

5.4.2 Si les plantations sont irriguées, pour chaque espèce, la surface irriguée, la fréquence et les quantités d'eau utilisées.

Pas de plantations irriguées.

5.5 Protection des plantations en savane

5.5.1 Décrivez brièvement les méthodes de protection utilisées contre les insectes, les agents pathogènes et les animaux.

Aucune attaque grave d'insectes ou de pathogènes n'a été enregistrée. Des barrières ont été érigées pour protéger les plantations contre les animaux.

5.5.2 Existe-t-il un système national d'évaluation des dangers des feux de forêts? NON

5.5.3 Des pare-feux et des tranchées garde-feux ont-ils été prévus au moment des plantations? OUI

5.5.4 Existe-t-il un système de brûlage contrôlé (brûlage obligatoire ou précoce) dans les plantations en savane? NON
au voisinage des plantations? OUI

6. AMELIORATIONS DES SEMENCES ET DES ESSENCES

6.1 Existe-t-il un centre national de coordination pour les graines forestières? OUI

6.2 Existe-t-il un système national de certification des graines? NON

6.3 Existe-t-il des aménagements permettant l'entreposage des semences à température contrôlée? OUI, 10°C

6.4 Indiquez les sources les plus importantes d'approvisionnement en semences des principales essences plantées en savane.

Jema et autres sources au Nord.

6.5 Donnez la liste des essences ayant fait l'objet d'essais comparatifs en savane. Précisez entre parenthèses le nombre de provenances pour chaque essence.

La seule espèce faisant actuellement l'objet d'essais est Acacia senegal. Les semences proviennent du Sénégal, du Mali et du Ghana.

7. BIBLIOGRAPHIE

Donnez la liste des principales publications de votre pays sur les pépinières et de plantation en savane.

Guidelines in the Manual of Procedure.

Questionnaire pour les exposés par pays: COTE D'IVOIRE

1. GEOGRAPHIE - GENERALITES

1.1 Superficie: 322 500 km^2

1.2 Situation: longitude 2°30 et 9° ouest, latitude 4° et 11° nord

1.3 Population: 6 000 000 habitants environ

1.4 Principaux types climatiques et zones de végétation:

- climat guinéen forestier (de type équatorial) et climat soudano-guinéen (de type tropical)
- la zone de forêt dense humide sempervirente, la zone de forêt dense humide semi-décidue; le district préforestier et la zone de savane.

2. FORETS ET POLITIQUE NATIONALE FORESTIERE

2.1 Zone de forêt dense: 156 719 km^2

2.2 Zone de savane 1/: 165 781 km^2

2.3 Pourcentage des terres couvertes par la forêt dense: 48,6 %
par la savane 1/ 51,4 %

2.4 Existe-t-il une déclaration officielle établissant une politique nationale forestière? OUI (résolution du 6è Congrès PDCI-RDA octobre 1975).

2.4.1 Si une telle politique existe, quels en sont les buts principaux?

- Maintien de l'équilibre écologique.
- Production continue de bois dans le temps par l'aménagement et le reboisement.

2.4.2 S'il existe une déclaration officielle de politique forestière pour la zone de savane, veuillez en indiquer brièvement les points principaux.

- Pas de déclaration particulière pour la zone de savane (projet en étude).

2.5 Existe-t-il une législation permettant la mise en oeuvre de la politique?
OUI, (loi N° 65 425 du 20 décembre 1965 portant Code forestier et décrets et arrêtés ultérieurs).

2.6 Régime de propriété des forêts et savanes

Forêt dense	Savane
100 %	100 %

Sous le contrôle de l'Etat dont:

Forêts classées:	2 898 558 ha,	1 300 000 ha
Parcs nationaux:	548 000 ha,	1 175 000 ha

1/ Voir page 279 (Bénin)

2.7 Principaux produits forestiers provenant de l'ensemble de la zone boisée (par exemple: bois de feu, charbon de bois, grumes de sciage, gomme, cire et miel d'abeilles, grumes de placage, grumes pour traverses, poteaux, pieux et pilotis, bois à pâte)?

- Production de l'année 1974:

grumes :	4 626 000 m^3
sciages :	564 000 m^3
autres produits:	70 000 m^3

2.8 Personnel forestier cadre:

	De l'Etat	Divers
Cadre supérieurs (avec formation universitaire)	53	—
Cadres (possédant un diplôme ou un certificat moyen d'Ecole professionnelle)	120	—

2.9 Budget annuel des forêts et parcs nationaux:

	Budget fonctionnement	BSIE	Total en dollars E.U.
1975:	5 225 758	806 198	6 031 956

3. GENERALITES - BOISEMENT ET REBOISEMENT

3.1 Superficies

3.1.1 Forêt dense

Reboisement et amélioration de 1926 à 1962

Agboville	13 000 ha	
Abidjan	9 000 ha	
Bassam	2 000 ha	
Aboisso	3 000 ha	
Lahou	1 000 ha	
Sassandra	1 000 ha	
Résultats acquis		4 700 ha
Reboisement de 1966 à 1974		20 594 ha

Savane et zone préforestière

Reboisement de 1929 à 1968

Forêts classées	15 400 ha	
Villages	4 300 ha	
Résultats acquis		10 000 ha
Total des reboisements valables fin 1974		35 300 ha

3.1.2 Surface nette des plantations dans les savanes à la fin de 1974:

- Reboisements valables des forêts classées en savane et en zone préforestière: 10 000 ha

3.1.3 Plans de boisement/reboisement (superficie totale): 3 500 ha par an

3.1.4 Plans de plantation en savane (superficie annuelle): plan arrêté depuis 1968.

3.2 à 5.4.2

En effet, en Côte-d'Ivoire les reboisements en zone de savane ont été interrompus en 1968 car le Gouvernement a alors décidé de concentrer tous les moyens en zone de forêt dense pour le lancement d'un programme de plantations industrielles de bois d'oeuvre.

A ce moment et depuis les premières plantations en 1929, les reboisements en savane et en zone préforestière avaient porté sur environ 19 700 ha dont 15 400 ha dans les forêts classées et 4 300 ha dans les terrains villageois.

Actuellement, sur les 15 400 ha reboisés en forêts classées, 10 000 ha sont suivis régulièrement.

Les essences les plus utilisées furent l'Anacardier pour les reboisements villageois.

Pour les forêts classées, ce furent:

Teck	9 300 ha
Anacardier	2 350 ha
Gmelina	1 900 ha
Cassia	1 750 ha
Neem et divers	700 ha

Les méthodes utilisées furent le reboisement mécanisé (forêt de Matiemba de 1964 à 1966, Teck 950 ha) et surtout la plantation sur cultures (Taungya).

L'Anacardier était introduit par graines (2 par paquet), le Teck et le Gmelina en stumps couverts, le Cassia en plant à racines nues.

Les densités de plantation furent de 625 à 1 000 plants/ha pour l'Anacardier et 2 500 pieds/ha pour les autres essences.

Dans le cas de Teck mécanisé, la densité entre les andains a été de 2 000 pieds/ha.

La production attendue de ces reboisements, en dehors de la récolte des fruits d'Anacardier, est le bois de feu, les bois de service et aussi du bois d'oeuvre en ce qui concerne le Gmelina et le Teck.

Pour 1975, les prévisions de production commercialisée des reboisements en forêts classées sont les suivantes:

bois de feu	36 000 stères
perches	32 000 unités
piquets	11 000 unités
poteaux	30 000 unités

A l'âge qu'elles ont actuellement, ces plantations ne demandent plus de travaux d'entretien ni de désherbage mais seulement l'entretien des pare-feux et l'exécution des coupes d'amélioration.

Les reboisements valables, c'est-à-dire réussis et d'une superficie unitaire suffisante, sont aménagés ou en cours d'aménagement. Leur exploitation suit un règlement particulier à chacun d'eux. La superficie concernée est de 10 000 ha.

Ainsi qu'il a été dit plus avant, le reboisement en savane est suspendu depuis 1968, tous les moyens étant consacrés à la forêt dense.

Cependant, l'économie de la zone de savane, avec le développement des cultures industrielles et de l'élevage, progresse rapidement.

Un aménagement de l'espace rural va devenir indispensable sous peu. En ce qui concerne les bois et forêts, le domaine forestier permanent de l'Etat sera consolidé et il est probable qu'un programme de reboisement sera mis sur pied.

Pour éviter certaines erreurs du passé, ce programme se fera avec l'adhésion des populations concernées, cultivateurs sutout, et 3 axes d'actions sont envisagés: reboisements des particuliers, reboisements des villages et des collectivités et enfin périmètres de reboisement de l'Etat.

5.5 Protection des plantations en savane

5.5.1 Décrivez brièvement les méthodes de protection utilisées contre les insectes, les agents pathogènes et les animaux. NEANT

5.5.2 Existe-t-il un système national d'évaluation des dangers des feux de forêts? NON

5.5.3 Des pare-feux et des tranchées garde-feux ont-ils été prévus au moment des plantations? OUI, des pare-feux

5.5.4 Existe-t-il un système de brûlage contrôlé (brûlage obligatoire ou précoce) dans les plantations en savane? NON, protection totale
ou voisinage des plantations? OUI, mais précoce

6. AMELIORATION DES SEMENCES ET DES ESSENCES

6.1 Existe-t-il un centre national de coordination pour les graines forestières? NON

6.2 Existe-t-il un système national de certification des graines? NON

6.3 Existe-t-il des aménagements permettant l'entreposage des semences à température contrôlée? NON

6.4 Indiquez les sources les plus importantes d'approvisionnement en semences, des principales essences plantées en savane.

(Voir note ci-dessus). Forêts locales issues elles-mêmes des premières introductions de 1929.

6.5 Donnez la liste des essences ayant fait l'objet d'essais comparatifs en savane. Précisez entre parenthèse le nombre de provenances pour chaque essence.

NEANT

7. BIBLIOGRAPHIE

Donnez la liste des principales publications de votre pays sur les pépinières et de plantation en savane.

C.T.F.T. Etude de reboisement en zone de savane dans la région de Bouaké, Côte-d'Ivoire.
1962 Nogent-sur-Marne.

de la Mensbruge, G. (C.T.F.T.) La protection des sols et la restauration forestière dans
1961 les régions de savane du nord de la Côte-d'Ivoire.

de la Mensbruge, G. Les essences de reboisement en savane: colloque sur les priorités
1968 de la recherche dans le développement économique de l'Afrique, Abidjan. 5-12 avril.

Bois forestier tropical, No. 32. Les expériences de reconstitution de la savane boisée
1953 en Côte-d'Ivoire.

C.T.F.T. Résultats d'expériences forestières entreprises à Bouaké. Nogent-sur-Marne.
1942

Questionnaire pour les exposés par pays: KENYA

1. GEOGRAPHIE - GENERALITES

1.1 Superficie du pays: 569 252 km^2

1.2 Situation: longitude 34° - 43°50'E, latitude 5°N - 4°40'S

1.3 Population: 13 000 000 habitants

1.4 Principaux types climatiques et zones de végétation:

1. Zone climatique afro-alpine - tourbières et prairies
2. Climat humide, sec et humide - forêts et prairies secondaires
3. Sec sub-humide, semi-aride - forêts claires, prairies boisées
4. Aride, très aride - forêts claires sèches et prairies

2. FORETS ET POLITIQUE NATIONALE FORESTIERE

2.1 Zone de forêt dense: 17 077 km^2

2.2 Zone de savane 1/: 405 343 km^2

2.3 Pourcentage des terres couvertes par la forêt dense: 3 %
par la savane 1/: 70 %

2.4 Existe-t-il une déclaration officielle établissant une politique nationale forestière? OUI

2.4.1 Si une telle politique existe, quels en sont les buts principaux?

- Aménager les forêts, développer et surveiller les activités forestières dans l'intérêt de tous.
- Mettre des terres en réserve pour les destiner aux forêts.
- Protéger, aménager et conserver les forêts.
- Fournir du bois d'oeuvre et d'autres produits forestiers.

2.4.2 S'il existe une déclaration officielle de politique forestière pour la zone de savane, veuillez en indiquer brièvement les points principaux:

- La plus grande partie des régions de savane appartient à des particuliers. Le plan de reboisement rural, qui intéresse la majeure partie du pays, a pour but d'encourager le reboisement et la création de petits domaines boisés au niveau de l'exploitation.

2.5 Existe-t-il une législation permettant la mise en oeuvre de la politique? NON

2.6 Régime de propriété des forêts et savane:

	Fôret dense	Savane
- sous le contrôle de l'Etat	— %	— %
- propriété privée	— %	— %
- appartenant aux communes	— %	— %
- propriété non déterminée	— %	— %

1/ Voir page 279 (Bénin)

2.7 Principaux produits forestiers provenant de l'ensemble de la zone boisée (par exemple: bois de feu, charbon de bois, grumes de sciage, gomme, cire et miel d'abeille, grumes de palcage, grumes pour traverses, poteaux, pieux et pilotis, bois à pâte).

- Grumes de sciage, bois à pâte, bois de feu, grumes de placage, poteaux, pieux et pilotis, gomme.

2.8 Personnel forestier

	de l'Etat	Divers
Cadres supérieurs (avec formation universitaire)	45	--
Cadres (possédant un diplôme ou un certificat moyen d'école professionnelle)	140 diplômes	100 certificats

2.9 Budget annuel brut des forêts: --- dollars E.U.

3. GENERALITES - BOISEMENT ET REBOISEMENT

3.1 Superficies

3.1.1 Surface totale nette 1/ des plantations à la fin de 1974: 104 080 ha

3.1.2 Surface nette 1/ des plantations dans les savanes à la fin de 1974: -- ha

3.1.3 Plans de boisement/reboisement (superficie totale): 4 570 ha par an

3.1.4 Plans de plantation en savane (superficie annuelle): -- ha par an

3.2 Organisation et administration des projets de plantation dans les savanes

3.2.1 Services forestiers d'Etat — %

3.2.2 Divers (Précisez)

Le plan de reboisement rural intéresse la plupart des districts du Kenya.

3.3 Principales utilisations finales auxquelles la plantation est destinée (par exemple, production de bois de sciage, de pieux et pilotis, de bois à pâte, de bois de feu, protection, etc.), essences, accroissement et révolution des principales plantations en savane.

Utilisation finale	Essence	Superficie nette 1/ (ha)	Révolution (années)	Accroissement annuel moyen en fin de révolution (m^3/ha/an)

1/ Voir page 280 (Bénin)

TECHNIQUES DE PEPINIERES EN SAVANE

4.1 Types des pépinières et capacité de production

4.1.1 Quelle est la capacité de production totale annuelle des pépinières fixes existantes? — plants

4.1.2 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) de ces pépinières? — plants

4.1.3 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) des pépinières temporaires? — plants

4.2 Plants

4.2.1 Indiquez les types principaux de plants (plants à racine nue, stumps, plants en récipients, etc.), produits pour les essences de plantation en savane les plus importantes.

Espèces	Types de plants

4.2.2 Si des récipients sont utilisés, indiquez le type (pots ou tubes en polyéthylène).

- tubes en polyéthylène

4.2.3 Indiquez la hauteur moyenne des sujets repiqués en savane et le temps (en semaines) nécessaire pour la croissance des plants dans les pépinières.

Essences	Sujets à repiquer	Nombre de semaines en pépinières

4.3 Méthodes de pépinières pour les plantations en savane

4.3.1 Décrivez brièvement les méthodes utilisées pour les semis dans les pépinières (semis en planche, repiquage, semis directs en pots, etc.).

a) semis en planche et repiquage en récipients

b) semis en planche et repiquage en caisses

4.3.2 Décrivez brièvement les mélanges de terre et les engrais utilisés (quantités). —

4.3.3 Décrivez brièvement les méthodes et le régime d'arrosage des pépinières (si du matériel d'irrigation est employé, précisez le type). —

4.3.4 Décrivez brièvement les méthodes habituelles de protection (contre les agents pathogènes, les insectes, les animaux, les éléments). —

5. TECHNIQUES DE PLANTATION FORESTIERE DANS LES SAVANES

5.1 Choix de terrain

5.1.1 Existe-t-il des cartes détaillées des types de végétation des zones de savane? NON

5.1.2 Existe-t-il des cartes détaillées des sols de savane et des résultats d'enquêtes pédologiques? OUI

5.2 Défrichement et préparation du terrain

5.2.1 Décrivez brièvement les principales méthodes de défrichement employées.

5.2.2 Décrivez brièvement les techniques de préparation du sol après le défrichement. —

5.3 Plantation et semis directs en savane

5.3.1 Des semis directs sont-ils fait en savane? —

Si oui, précisez quelles essences sont employées: —

5.3.2 Indiquez les espacements les plus fréquemment adoptés pour les principales essences.

2,75 x 2,75 mètres

5.3.3 Indiquez le nombre total d'hectares de savane plantés à ce jour en "taungya". — ha

5.4 Entretien des plantations en savane

5.4.1 Indiquez brièvement les méthodes et la fréquence du désherbage. —

5.4.2 Si les plantations sont irriguées indiquez, pour chaque espèce, la surface irriguée, la fréquence et les quantités d'eau utilisées.

- pas des plantations irriguées

5.5 Protection des plantations en savane

5.5.1 Décrivez brièvement les méthodes de protection utilisées contre les insectes, les agents pathogènes et les animaux. —

5.5.2 Existe-t-il un système national d'évaluation des dangers des feux de forêts? NON

5.5.3 Des pare-feux et des tranchées garde-feux ont-ils été prévus au moment des plantations? OUI

5.5.4 Existe-t-il un système de brûlage contrôlé (brûlage obligatoire ou précoce) dans les plantations en savane? NON
au voisinage des plantations? OUI

6. AMELIORATIONS DES SEMENCES ET DES ESSENCES

6.1 Existe-t-il un centre national de coordination pour les graines forestières?
OUI

6.2 Existe-t-il un système national de certification des graines? OUI

6.3 Existe-t-il des aménagements permettant l'entreposage des semences à température contrôlée? OUI

6.4 Indiquez les sources les plus importantes d'approvisionnement en semences des principales essences plantées en savane.

- Semences recueillies localement des peuplements producteurs de graines et des vergers à graines.

6.5 Donnez la liste des essences ayant fait l'objet d'essais comparatifs en savane. Précisez entre parenthèses le nombre de provenances pour chaque essence.

- Eucalyptus tereticornis
  E. saligna
  E. camaldulensis
  Pinus caribaea
  P. oocarpa
  P. kesiya

7. BIBLIOGRAPHIE

Donnez la liste des principales publications de votre pays sur les pépinières et de plantation en savane.

- technical notes
- technical orders
- forest bulletins

Questionnaire pour les exposés par pays: OUGANDA

1. GEOGRAPHIE - GENERALITES

1.1 Superficie du pays: 235 890 km^2

1.2 Situation: longitude 29°30'-35°E, latitude 1°30'S-4°N

1.3 Population: 10 000 000 habitants

1.4 Principaux types climatiques et zones de végétation:

- forêt dense
- forêt claire et prairie
- steppe et prairie

Climat tropical, régime de précipitations comportant 2 maximums: avril/mai et octobre/novembre.

2. FORETS ET POLITIQUE NATIONALE FORESTIERE

2.1 Zone de forêt dense: 6 323 km^2

2.2 Zone de savane 1/: 7 473 km^2

2.3 Pourcentage des terres couvertes par la forêt dense: 41 %
par la savane 1/: 49 %

2.4 Existe-t-il une déclaration officielle établissant une politique nationale forestière? OUI

2.4.1 Si une telle politique existe, quels en sont les buts principaux?

1) Les objectifs sont les suivants: créer des réserves forestières sur des terres appropriées afin d'assurer:

a) la fourniture régulière de bois d'oeuvre et d'autres produits forestiers pour satisfaire les besoins intérieurs et la demande à l'exportation;

b) la protection des bassin-versants, des sols, de la faune sauvage et des zones servant à des activités récréatives.

2) Mettre ce domaine en valeur de façon à en tirer le maximum de profit au bénéfice du pays.

3) Assurer la conversion rationnelle du bois et des produits dérivés du bois afin de réduire le gaspillage.

4) Encourager les particuliers et les institutions à faire pousser leurs propres arbres et à les protéger.

5) Faire connaître au public le rôle de la foresterie et des industries forestières.

1/ Voir page 279 (Bénin)

2.4.2 S'il existe une déclaration officielle de politique forestière pour la zone de savane, veuillez en indiquer brièvement les points principaux.

- La politique forestière n'est pas formulée officiellement, mais paraît avoir pour but de a) créer des plantations forestières de résineux et d'eucalyptus pour la production de bois de service et de combustible, b) comme en 1) a) ci-dessus: protection des sols, de la faune sauvage et des zones réservées aux loisirs.

2.5 Existe-t-il une législation permettant la mise en oeuvre de la politique? OUI

2.6 Régime de propriété des forêts et savane:

	Forêt dense	Savane
- sous le contrôle de l'Etat	97 %	85 %
- propriété privée	1 %	10 %
- appartenant aux communes	- %	- %
- propriété non déterminée	2 %	5 %

2.7 Principaux produits forestiers provenant de l'ensemble de la zone boisée (par exemple: bois de feu, charbon de bois, grumes de sciage, gomme, cire et miel d'abeille, grumes de placage, grumes pour traverses, poteaux, pieux et pilotis, bois à pâte).

- bois de feu: 185 000 m^3; panneau de particules: 55 840 m^2; charbon de bois: 600 000 m^3; contreplaqué et panneau latté: 635 m^2; grumes de sciage: 175 000 m^3; poteaux: 32 500 m^3.

2.8 Personnel forestier

	de l'Etat	Divers
Cadres supérieurs (avec formation universitaire)	43	—
Cadres (possédant un diplôme ou un certificat moyen d'école professionnelle)	225	—

2.9 Budget annuel brut des forêts: 2 000 000 dollars E.U.

3. GENERALITES - BOISEMENT ET REBOISEMENT

3.1 Superficies

3.1.1 Surface totale nette 1/ des plantations à la fin de 1974: 45 000 ha

3.1.2 Surface nette 1/ des plantations dans les savanes à la fin de 1974: 35 000 ha

3.1.3 Plans de boisement/reboisement (superficie totale): 3 500 ha par an

3.1.4 Plans de plantation en savane (superficie annuelle): 2 000 ha par an

3.2 Organisation et administration des projets de plantation dans les savanes:

3.2.1	Services forestiers d'Etat	95 %
3.2.2	Divers (Précisez)	5 %

1/ Voir page 280 (Bénin)

3.3 Principales utilisations finales auxquelles la plantation est destinée (par exemple, production de bois de sciage, de pieux et pilotis, de bois à pâte, de bois de feu, protection, etc.), essences, accroissement et révolution des principales plantations en savane.

Utilisation finale	Essence	Surface nette 1/ (ha)	Révolution (années)	Accroissement annuel moyen en fin de révolution (m^3/ha/an)
bois de sciage	Cupressus lusitanica	—	20 - 25	—
"	Pinus patula	—	20 - 25	—
"	P. caribaea & P. oocarpa	—	20 - 25	—
pieux & pilotis	E. camaldulensis, E. tereticornis E. grandis	—	5 - 14	—
bois à pâte	P. caribaea, P. oocarpa	—	15	—
bois de feu	E. camaldulensis E. tereticornis E. grandis	—	4 - 8	—
protection	autres		sans	—

4. TECHNIQUES DE PEPINIERES EN SAVANE

4.1 Types des pépinières et capacité de production:

4.1.1 Quelle est la capacité de production totale annuelle des pépinières fixes existantes? 20 000 000 plants

4.1.2 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) de ces pépinières? 15 000 000 plants

4.1.3 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) des pépinières temporaires? 1 500 000 plants

4.2 Plants

4.2.1 Indiquez les types principaux de plants (plants à racine nue, stumps, plants en récipients, etc.), produits pour les essences de plantation en savane les plus importantes.

Espèces	Types de plants
Pinus caribaea	plants en récipients
Pinus patula	"
Pinus oocarpa	"
Cupressus lusitanica	"
E. camaldulensis	"
E. tereticornis	"
E. grandis	"

1/ Voir page 280 (Bénin)

4.2.2 Si des récipients sont utilisés, indiquez le type (pots ou tubes en polyéthylène, "jiffy pots", etc.) et précisez les dimensions (à plat pour le polyéthylène):

- tubes en polyéthylène (10 cm à plat ou 18 cm pour les ornamentals).

4.2.3 Indiquez la hauteur moyenne des sujets repiqués en savane et le temps (en semaines) nécessaire pour la croissance des plants dans les pépinières.

Essences	Sujets à repiquer	Nombre de semaines en pépinières
Cupressus spp.	30 cm	36
Pinus spp.	"	36
Eucalyptus spp.	"	16-20

4.3 Méthodes de pépinières pour les plantations en savane

4.3.1 Décrivez brièvement les méthodes utilisées pour les semis dans les pépinières (semis en planche, repiquage, semis directs en pots, etc.).

a) Les graines sont semées à la volée après avoir été mélangées à du sable et les plantules sont repiquées en récipients lorsqu'elles ont atteint 0,5-1 cm. Ceci s'applique à la fois aux résineux et aux eucalyptus.

b) Si l'on ne dispose pas de récipients, le repiquage est fait en planches ou en caissettes selon la méthode dite "du Swaziland".

4.3.2 Décrivez brièvement les mélanges de terre et les engrais utilisés (quantités).

- Les mélanges de sols varient d'un endroit à l'autre mais on utilise généralement des sols forestiers ou noirs mélangés à du fumier de ferme. Les engrais sont ainsi mélangés à raison de 1 500 g/m^3 de sol en butte et de 100 g/m^3 en couverture.

4.3.3 Décrivez brièvement les méthodes et le régime d'arrosage des pépinières (si du matériel d'irrigation est employé, précisez le type).

1) L'arrosage se fait au moins deux fois par jour, matin et soir, à l'aide d'arrosoirs.

2) Irrigation aérienne - eau pompée avec des pompes manuelles.

4.3.4 Décrivez brièvement les méthodes habituelles de protection (contre les agents pathogènes, les insectes, les animaux, les éléments).

a) Pulvérisations et traitement préalable du sol avec des fungicides et des insecticides.

b) Défrichage autour des pépinières pour les protéger des rats.

c) Des rigoles de drainage protègent la pépinière des inondations et empêchent les semis d'être emportés par les eaux.

d) Des barrières empêchent les gros animaux de piétiner les plantes.

5. TECHNIQUES DE PLANTATION FORESTIERE DANS LES SAVANES

5.1 Choix de terrain

5.1.1 Existe-t-il des cartes détaillées des types de végétation des zones de savane? NON

5.1.2 Existe-t-il des cartes détaillées des sols de savane et des résultats d'enquêtes pédologiques? OUI

5.2 Défrichement et préparation du terrain

5.2.1 Décrivez brièvement les principales méthodes de défrichement employées.

1) Abattage manuel des arbres et débroussaillement suivi de brûlage.
2) Les paysans obtiennent parfois la permission de défricher et de cultiver la terre avant la plantation.
3) Empoisonnement des gros arbres par arboricide dans les prairies plus claires.

5.2.2 Décrivez brièvement les techniques de préparation du sol après le défrichement.

1) Une corde, marquée au préalable et tendue d'un côté à l'autre du terrain permet d'établir des intervalles réguliers de plantation, que l'on marque ensuite à l'aide de piquets.

5.3 Plantation et semis directs en savane

5.3.1 Des semis directs sont-ils faits en savane? OUI

Si oui, précisez quelles essences sont employées. —

5.3.2 Indiquez les espacements les plus fréquemment adoptés pour les principales essences.

a) Après avoir expérimenté des espacements de 1,8 x 1,8 m, 2,1 x 2,1 m et 2,4 x 2,4 m, on a généralement adopté des espacements de 2,1 x 2,1 m.

b) Pour les cyprès et les pins on a adopté des espacements de 2,7 x 2,7 m.

5.3.3 Indiquez le nombre total d'hectares de savane plantés à ce jour en "taungya". — ha

5.4 Entretien des plantations en savane

5.4.1 Indiquez brièvement les méthodes et la fréquence du désherbage.

- Pendant la première révolution des plantations d'eucalyptus, le sarclage est effectué quatre fois au cours de la première année, deux fois totalement la deuxième année (à la houe) et le débroussaillement une fois au cours de la troisième année. Ensuite, on procède à un sarclage en ligne après abattage. Dans les plantations de pins et de cyprès, on procède à un sarclage en ligne deux fois la première année et une fois la deuxième année.

5.4.2 Si les plantations sont irrigués indiquez, pour chaque espèce, la surface irriguée, la fréquence et les quantités d'eau utilisées. —

5.5 Protection des plantations en savane

5.5.1 Décrivez brièvement les méthodes de protection utilisées contre les insectes, les agents pathogènes et les animaux.

1) Traitement insecticide des plantules avant plantation pour les protéger contre les termites et les champignons.

2) Désherbage total qui protège les jeunes arbres de l'attaque des rats.

5.5.2 Existe-t-il un système national d'évaluation des dangers des feux de forêts? NON

5.5.3 Des pare-feux et des tranchées garde-feux ont-ils prévus au moment des plantations? OUI

5.5.4 Existe-t-il un système de brûlage contrôlé (brûlage obligatoire ou précoce) dans les plantations en savane? OUI
au voisinage des plantations? OUI

6. AMELIORATION DES SEMENCES ET DES ESSENCES

6.1 Existe-t-il un centre national de coordination pour les graines forestières? OUI

6.2 Existe-t-il un système national de certification des graines? OUI

6.3 Existe-t-il des aménagements permettant l'entreposage des semences à température contrôlée? OUI

6.4 Indiquez les sources les plus importantes d'approvisionnement en semences des principales essences plantées en savane.

1) Cyprès et pins: la majeure partie des semences est importée, principalement d'Amérique centrale et des Antilles.

2) Eucalyptus: les semences sont le plus souvent recueillies sur des peuplements à graines sélectionnés.

6.5 Donnez la liste des essences ayant fait l'objet d'essais comparatifs en savane. Précisez entre parenthèses le nombre de provenances pour chaque essence.

- Pinus patula (3)
  Pinus caribaea (2)
  Pinus oocarpa (1)
  Cupressus lusitanica (2)

7. BIBLIOGRAPHIE

Donnez la liste des principales publications de votre pays sur les pépinières et plantation en savane.

- Uganda Forest Department Technical Notes, Nos. 78/59, 135/67, 138/67, 139/67, 144/67, 145/67, 146/67, 159/69, 179/71, 181/71, 183/72, etc.

- A Forest Resources Development Study Reports par CIDA.

- Uganda Forest Department Annual Reports.

- Uganda Forest Departmental Standing Orders, Revised Edition, 1970.

- Forests and Forest Administration of Uganda. 1961.

Questionnaire pour les exposés par pays: SENEGAL

1. GEOGRAPHIE - GENERALITES

1.1 Superficie du pays: 220 000 km^2

1.2 Situation: longitude 11°22' - 17°32', latitude 12°18' - 16°41'

1.3 Population: 4 320 000 habitants

1.4 Principaux types climatiques et zones de végétation: climat sahélo sénégalais; climat sahélo-sénégalais côtier; climat sahélo-saharien; climat sahélo soudanais et climat guinéen. A ces types de climat correspondent les mêmes types de végétation.

2. FORETS ET POLITIQUE NATIONALE FORESTIERE

2.1 Zone de forêt dense: 500 km^2

2.2 Zone de savane 1/: 110 000 km^2

2.3 Pourcentage des terres couvertes par la forêt dense: 0,27
par la savane 1/: 50

2.4 Existe-t-il une déclaration officielle établissant une politique nationale forestière? OUI

2.4.1 Si une telle politique existe, quels en sont les buts principaux?

- Trois buts principaux: a) rationaliser dans l'immédiat l'exploitation forestière pour la production de combustible, bois de service, bois d'oeuvre; b) enrichir le domaine classé par l'introduction d'espèces exotiques ayant une valeur technologique; c) promouvoir la protection de la nature et la conservation de la faune.

2.4.2 S'il existe une déclaration officielle de politique forestière pour la zone de savane, veuillez en indiquer brièvement les points principaux.

- Trois buts principaux: a) rationaliser dans l'immédiat l'exploitation forestière pour la production de combustible, (bois de service et éventuellement bois d'oeuvre); b) enrichir le domaine classé par l'introduction d'espèces exotiques ayant une valeur technologique; c) promouvoir la protection et la conservation de la faune.

2.5 Existe-t-il une législation permettant la mise en oeuvre de la politique? OUI

2.6 Régime de propriété des forêts en savane:

	Forêt dense	Savane
- sous le contrôle de l'Etat	100 %	100 %
- propriété privée	—	—
- appartenant aux communes	—	—
- propriété non déterminée	—	—

1/ Voir page 279 (Bénin)

2.7 Principaux produits forestiers provenant de l'ensemble de la zone boisée (par exemple: bois de feu, charbon de bois, grumes de sciage, gomme, cire et miel d'abeille, grumes de placage, grumes pour traverses, poteaux, pieux et pilotis, bois à pâte).

- Les principaux produits s'inventorient aussi: bois d'oeuvre - sciages, bois d'oeuvre - autres destinations; bois de boulange et de chauffe - piquets, perches, pilotis, poteaux, déroulage artisanat.

2.8 Personnel forestier

	de l'Etat	Divers
Cadres supérieurs (avec formation universitaire)	41 E.F. (Ingénieurs des E et F)	--
Cadres (possédant un diplôme ou un certificat moyen d'école professionnelle)	208 *	--

2.9 Budget annuel brut des forêts: 1 260 870 dollars E.U.

3. GENERALITES - BOISEMENT ET REBOISEMENT

3.1 Superficies

3.1.1 Surface totale nette 1/ des plantations à la fin de 1974: -- ha

3.1.2 Surface nette 1/ des plantations dans les savanes à la fin de 1974: -- ha

3.1.3 Plans de boisement/reboisement (superficie totale): -- ha par an

3.1.4 Plans de plantation en savane (superficie annuelle): 1 700 ha par an

3.2 Organisation et administration des projets de plantation dans les savanes

3.2.1 Services forestiers d'Etat: 100 %

3.2.2 Divers (Précisez) -- %

3.3 Principales utilisations finales auxquelles la plantation est destinée (par exemple, production de bois de sciage, de pieux et pilotis, de bois à pâte, de bois de feu, protection, etc.), essences, accroissement et révolution des principales plantations en savane.

Utilisation finale	Essence	Surface nette 1/ (ha)	Révolution (années)	Accroissement annuel moyen en fin de révolution (m^3/ha/an)
bois d'oeuvre	Teck	2 133	50 à 80	--
bois de sciage, déroulage	Gmelina	1 266	20 à 25	--
bois de service	Filao	1 900	8 à 15	15m^3/ha/an
bois de chauffe	Eucalyptus - service			--
bois de protection	Filao	3 200	8 à 10	--
plantations d'alignment	Neem	--	--	--
brise-vents	Anacardium	6 200	--	--

1/ Voir page 280 (Bénin)

* 58 ingénieurs des travaux des E et F
150 agents techniques des E et F

4. TECHNIQUES DE PEPINIERES EN SAVANE

4.1 Types des pépinières et capacité de production

4.1.1 Quelle est la capacité de production totale annuelle des pépinières fixes existantes? 3 à 4 000 000 plants

4.1.2 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) de ces pépinières? 3 000 000 plants

4.1.3 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) des pépinières temporaires? 500 000 plants

4.2 Plants

4.2.1 Indiquez les types principaux de plants (plants à racine nue, stumps, plants en récipients, etc.), produits pour les essences de plantation en savane les plus importantes.

Espèces	Types de plants
Teck	Stumps
Gmelina	Hautes tiges
Neem	Racines nues
Filao	Gaines de polyéthylène
Eucalyptus	" " "

4.2.2 Si des récipients sont utilisés, indiquez le type (pots ou tubes en polyéthylène, "jiffy pots", etc.) et précisez les dimensions (à plat pour le polyéthylène).

- Pour certaines espèces (eucalyptus, filao) l'emploi de gaines de polyéthylène de 8 à 10 cm de largeur et 25 de profondeur.

4.2.3 Indiquez la hauteur moyenne des sujets repiqués sen savane et le temps (en semaines) nécessaire pour la croissance des plants dans les pépinières.

Essences	Sujets à repiquer	Nombre de semaines en pépinières
Teck	Stumps	52 à 104
Gmelina	Stripling ou stumps	52
Eucalyptus	Plants de 4 mois (60 cm de hauteur	17
Filao	Plants de 60 cm de hauteur	25
Niaouli	Plants de 40 cm de hauteur	25

4.3 Méthodes de pépinières pour les plantations en savane

4.3.1 Décrivez brièvement les méthodes utilisées pour les semis dans les pépinières (semis en planche, repiquage, semis directs en pots, etc.).

a) Semis en planches (Teck, Gmelina, Neem).

b) Semis directs, filao, eucalyptus, Niaouli, (add. gommiers).

4.3.2 Décrivez brièvement les mélanges de terre et les engrais utilisés (quantités).

- Les quantités d'engrais et de terre qui doivent constituer le mélange ne sont pas toujours les mêmes selon qu'on a à faire à un sol riche (humifère), à un sol pauvre (sablonneux) ou argileux. Exemple: pour un sol sablonneux on peut y ajouter du NPK à concurrence de 1kg/m^3 (filao).

4.3.3 Décrivez brièvement les méthodes et le régime d'arrosage des pépinières (si du matériel d'irrigation est employé, précisez le type).

--

4.3.4 Décrivez brièvement les méthodes habituelles de protection (contre les agents pathogènes, les insectes, les animaux, les éléments).

- Les méthodes de protection contre les agents pathogènes, insectes et animaux sont presque les mêmes; à savoir, emplois, appâts isolés, anticoagulants, produits antiseptiques pour les rongeurs, insecticides, dieldrine, H.C.H., contre les termites (terrains argileux), mise en défens ou pose de clôture contre les animaux (ovidés - bovidés), pare-feux et dispositif de surveillance.

5. TECHNIQUES DE PLANTATION FORESTIERE DANS LES SAVANES

5.1 Choix du terrain

5.1.1 Existe-t-il des cartes détaillées des types de végétation des zones de savane? OUI

5.1.2 Existe-t-il des cartes détaillées des sols de savane et des résultats d'enquêtes pédologiques? OUI

5.2 Défrichement et préparation du terrain

5.2.1 Décrivez brièvement les principales méthodes de défrichement employées.

- Les principales méthodes de défrichement employées sont manuelles et rarement mécaniques. L'association sylvi-agricole (Taungya) est souvent pratiquée. Les paysans aident les forestiers à défricher le terrain, à effectuer les brûlis, à planter et à protéger les plantations et à l'entretien. La pratique de cette méthode est généralement utilisée dans les plantations de teck et de Gmelina (riz de montagne), Anacardium (cultures de mil), Acacia albida (mil, arachide).

5.2.2 Décrivez brièvement les techniques de préparation du sol après le défrichement.

- A des stations où la pluviométrie est > 1 100 mm : simple trou pour faire la plantation. En dehors de ces stations, grand potet sous solage, sols de dunes. Si la terre est riche → pas d'engrais; si la terre est pauvre → emploi d'engrais.

5.3 Plantation et semis directs en savane

5.3.1 Des semis directs sont-ils faits en savane? OUI

Si oui, précisez quelles essences sont employées.

- Anacardium occidentale, teck, Gmelina.

5.3.2 Indiquez les espacements les plus fréquemment adoptés pour les principales essences.

- 2 m 5 x 2 m 5 pour le teck et le Gmelina; 3 m x 3 m pour les eucalyptus; 4 m x 4 m pour les acacias; 10 m x 10 m pour les anacardiers.

5.3.3 Indiquez le nombre total d'hectares de savane plantés à ce jour en "taungya".

12 000 ha

5.4 Entretien des plantaions en savane

5.4.1 Indiquez brièvement les méthodes et la fréquence du désherbage.

- Les méthodes et la fréquence des désherbages: dans un cadre plus global, la méthode manuelle est la plus employée et le désherbage n'a presque lieu qu'une fois après l'hivernage et rarement en saison sèche. Un arrosage bihebdomadaire durant la 1ère saison sèche est presque toujours fait.

5.4.2 Si les plantations sont irriguées indiquez, pour chaque espèce, la surface irriguée, la fréquence et les quantités d'eau utilisées.

- Les plantations faites au Sénégal ne font pas l'objet d'une irrigation.

5.5 Protection des plantations en savane

5.5.1 Décrivez brièvement les méthodes de protection utilisées contre les insectes, les agents pathogènes et les animaux.

- Contre les insectes: emploi d'insecticides (poudrage au H.C.H.) contre les rats (surtout palmistes): pesticides, anti-coagulants; contre les animaux: confection de haies de protection et de barbelés.

5.5.2 Existe-t-il un système national d'évaluation des dangers des feux de forêts? OUI

5.5.3 Des pare-feux et des tranchées garde-feux ont-ils été prévus au moment des plantations? NON

5.5.4 Existe-t-il un système de brûlage contrôlé (brûlage obligatoire ou précoce) dans les plantations en savane? NON
au voisinage des plantations? -

AMELIORATIONS DES SEMENCES ET DES ESSENCES

6.1 Existe-t-il un centre national de coodination pour les graines forestières? NON

6.2 Existe-t-il un système national de certification des graines? OUI

6.3 Existe-t-il des aménagements permettant l'entreposage des semences à température contrôlée? NON

6.4 Indiquez les sources les plus importantes d'approvisionnement en semences des principales essences plantées en savane.

- Le Sénégal se suffit à lui-même en semences de teck, filao, eucalyptus et à partir de 1976, de Gmelina.

6.5 Donnez la liste des essences ayant fait l'objet d'essais comparatifs en savane. Précisez entre parenthèses le nombre de provenances pour chaque essence.

- Eucalyptus camaldulensis (100, origines australiennes).

  E. melaleuca (8 provenances dont les meilleures sont celles de Casuarina).

7. BIBLIOGRAPHIE

Donnez la liste des principales publications de votre pays sur les pépinières et de plantation en savane.

En effet, il n'existe, si l'on peut dire ainsi, qu'une seule publication de mon pays sur les pépinières et la plantation en savane et qui s'intitule: "L'arbre dans le paysage sénégalais".

Questionnaire pour les exposés par pays: SOUDAN

1. GEOGRAPHIE - GENERALITES

1.1 Superficie du pays: 2 506 800 km^2

1.2 Situation: longitude 22°- 37°E, latitude 4°- 22°N

1.3 Population: 16 000 000 habitants

1.4 Principaux types climatiques et zones de végétation:

a) Désert
b) Semi-désert
c) Zone de savane à faibles précipitations
d) Zone de savane à fortes précipitations
e) Végétation de montagne
f) Région inondable

2. FORETS ET POLITIQUE NATIONALE FORESTIERE

2.1 Zone de forêt dense: -- km^2

2.2 Zone de savane 1/: 445 00 km^2

2.3 Pourcentage des terres couvertes par la forêt dense: — %
par la savane 1/: 40 %

2.4 Existe-t-il une déclaration officielle établissant une politique nationale forestière? OUI

2.4.1 Si une telle politique existe, quels en sont les buts principaux?

a) Fournir des produits forestiers à la population et aux industries forestières. Protéger et conserver la végétation existante et les bassins versants.

b) Contenir l'avance du désert.

2.4.2 S'il existe une déclaration officielle de politique forestière pour la zone de savane, veuillez en indiquer brièvement les points principaux.

a) prélever des redevances

b) réserver 15 pour cent de la superficie comme forêts

c) interdire le surpâturage, l'abattage excessif et les feux

d) construire des tranchées pare-feux

e) établir des rideaux-abris (2-4 pour cent) dans chaque projet agricole

2.5 Existe-t-il une législation permettant la mise en oeuvre de la politique? OUI

2.6 Régime de propriété des forêts et savane:

	Forêt dense	Savane
- sous le contrôle de l'Etat	100 %	100 %
- propriété privée	—	—
- appartenant aux communes	—	—
- propriété non déterminée	—	—

1/ Voir page 279 (Bénin)

2.7 Principaux produits forestiers provenant de l'ensemble de la zone boisée (par exemple: bois de feu, charbon de bois, grumes de sciage, gomme, cire et miel d'abeille, grumes de placage, grumes pour traverses, poteaux, pieux et pilotis, bois à pâte).

- Bois de sciage, bois de feu, charbon de bois, gomme, cire et miel d'abeille, poteaux.

2.8 Personnel forestier	de l'Etat	Divers
Cadres supérieurs (avec formation universitaire)	30	--
Cadres (possédant un diplôme ou un certificat moyen d'école professionnelle)	211	--

2.9 Budget annuel brut des forêts: 2 500 000 dollars E.U.

3. GENERALITES - BOISEMENT ET REBOISEMENT

3.1 Superficies

3.1.1 Surface totale nette 1/ des plantations à la fin de 1974: 119 735 ha

3.1.2 Surface nette 1/ des plantations dans les savanes à la fin de 1974: 100 352 ha

3.1.3 Plans de boisement/reboisement (superficie totale): 10 000 ha par an

3.1.4 Plans de plantation en savane (superficie annuelle): 20 000 ha par an

3.2 Organisation et administration des projets de plantation dans les savanes:

3.2.1 Services forestiers d'Etat 100 %

3.2.2 Divers (Précisez) -- %

3.3 Principales utilisations finales auxquelles la plantation est destinée (par exemple, production de bois de sciage, de pieux et pilotis, de bois à pâte, de bois de feu, protection, etc.), essences, accroissement et révolution des principales plantations en savane.

Utilisation finale	Essence	Surface nette 1/ (ha)	Révolution (années)	Accroissement annuel moyen en fin de révolution (m^3/ha/an)
bois de feu	Acacia nilotica	29 117	30 - 35	--
bois de feu	A. mellifera	1 600	--	--
gomme arabique	A. senegal	36 554	25 - 30	--
poteaux & pieux	Eucalyptus	9 860	8 - 10	--
bois de sciage	Teck	9 690	80	--
protection	Prosopis chilensis	--	--	--

1/ Voir page 280 (Bénin)

TECHNIQUES DE PEPINIERES EN SAVANE

4.1 Types des pépinières et capacité de production

4.1.1 Quelle est la capacité de production totale annuelle des pépinières fixes existantes? 6 000 000 plants

4.1.2 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) de ces pépinières? 2 586 251 plants

4.1.3 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) des pépinières temporaires? — plants

4.2 Plants

4.2.1 Indiquez les types principaux de plants (plants à racine nue, stumps, plants en récipients, etc.), produits pour les essences de plantation en savane les plus importantes.

Espèces	Types de plants
Acacia senegal	plants en récipients
A. nilotica	—
Teck	stumps
Eucalyptus spp.	plants en récipients

4.2.2 Si des récipients sont utilisés, indiquez le type (pots ou tubes en polyéthylène, "jiffy pots", etc.) et précisez les dimensions (à plat pour le polyéthylène).

- tubes en polyéthylène: 10 x 20 cm

4.2.3 Indiquez la hauteur moyenne des sujets repiquez en savane et le temps (en semaines) nécessaire pour la croissance des plants dans les pépinières.

Essences	Sujets à repiquer	Nombre de semaines en pépinières
Eucalyptus spp.	30 cm	32
Teck	8 cm	40
Acacia senegal	20 cm	40

4.3 Méthodes de pépinières pour les plantations en savane

4.3.1 Décrivez brièvement les méthodes utilisées pour les semis dans les pépinières (semis en planche, repiquage, semis directs en pots, etc.).

- Le semis en planches est pratiqué pour préparer les stumps de teck. Les plantules sont transplantées directement après germination dans des planches surélevées, espacées de 20 cm et les stumps sont repiquées au bout de 40 semaines. Les graines d'eucalyptus sont également semées en planches, puis transplantées dans des tubes. D'autres espèces sont semées en récipients.

4.3.2 Décrivez brièvement les mélanges de terre et les engrais utilisés (quantités).

- La terre utilisée est un mélange de sable et de sol-limoneux dans la proportion de 2:1. On n'utilise généralement pas d'engrais; mais on ajoute du fumier de ferme si nécessaire.

4.3.3 Décrivez brièvement les méthodes et le régime d'arrosage des pépinières (si du matériel d'irrigation est employé, précisez le type).

1) Arrosage des jeunes plants par pulvérisation une fois par jour.
2) Irrigation par submersion une fois (1-5 jours).
3) Pépinières non irriguées (surtout dans le sud).

4.3.4 Décrivez brièvement les méthodes habituelles de protection (contre les agents pathogènes, les insectes, les animaux, les éléments).

1) On utilise des insecticides comme la dieldrine contre les insectes.
2) Des barrières d'épineux ou de fil de fer barbelé empêchent les rongeurs et les gros animaux de piétiner les cultures.
3) Des rideaux-abris protègent les zones exposées.

5. TECHNIQUES DE PLANTATION FORESTIERE DANS LES SAVANES

5.1 Choix du terrain

5.1.1 Existe-t-il des cartes détaillées des types de végétation des zones de savane? OUI

5.1.2 Existe-t-il des cartes détaillées des sols de savane et des résultats d'enquêtes pédologiques? OUI

5.2 Défrichement et préparation du terrain

5.2.1 Décrivez brièvement les principales méthodes de défrichement employées.

a) Défrichage mécanique (pour les projets de cultures mécanisées) suivi de brûlage.
b) Abattage à la hache .

5.2.2 Décrivez brièvement les techniques de préparation du sol après le défrichement.

a) Ameublement du sol par labourage.
b) Billonnage.

5.3 Plantation et semis directs en savane

5.3.1 Des semis directs sont-ils fait en savane? OUI

Si oui, précisez quelles essences sont employées: Acacia nilotica

5.3.2 Indiquez les espacements les plus fréquemment adoptés pour les principales essences.

Eucalyptus, 2 x 3 m
A. mellifera, 4 x 4 m
Acacia senegal, 4 x 4 m

5.3.3 Indiquez le nombre total d'hectares de savane plantés à ce jour en "taungya". 40 000 ha

5.4 Entretien des plantations en savane

5.4.1 Indiquez brièvement les méthodes et la fréquence du désherbage.

- Le désherbage à la main est généralement effectué une fois la première et la deuxième année. Si nécessaire on procède à un autre désherbage la troisième année.

5.4.2 Si les plantations sont irriguées indiquez, pour chaque espèce, la surface irriguée, la fréquence et les quantités d'eau utilisées.

Eucalyptus - 30 000
fréquence - chaque 2 semaines
quantité - 10 000 m^3/ha (approx.)

5.5 Protection des plantations en savane

5.5.1 Décrivez brièvement les méthodes de protection utilisées contre les insectes, les agents pathogènes et les animaux. —

5.5.2 Existe-t-il un système national d'évaluation des dangers des feux de forêts? NON

5.5.3 Des pare-feux et des tranchées garde-feux ont-ils été prévus au moment des plantations? OUI

5.5.4 Existe-t-il un système de brûlage contrôlé (brûlage obligatoire ou précoce) dans les plantations en savane? OUI
au voisinage des plantations? OUI

6. AMELIORATIONS DES SEMENCES ET DES ESSENCES

6.1 Existe-t-il un centre national de coordination pour les graines forestières? NON

6.2 Existe-t-il un système national de certification des graines?

6.3 Existe-t-il des aménagements permettant l'entreposage des semences à température contrôlée? OUI

6.4 Indiquez les sources les plus importantes d'approvisionnement en semences des principales essences plantées en savane.

- Semences recueillies localement sur les arbres mères.

6.5 Donnez la liste des essences ayant fait l'objet d'essais comparatifs en savane. Précisez entre parenthèses le nombre de provenances pour chaque essence.

- Eucalyptus hybride (Mysore)
Acacia senegal (graines sélectionnées recueillies sur des arbres à haut rendement)

7. BIBILIOGRAPHIE

Donnez la liste des principales publications de votre pays sur les pépinières et de plantation en savane. NEANT

Questionnaire pour les exposés par pays: TOGO

1. GEOGRAPHIE - GENERALITES

1.1 Superficie du pays: 56 000 km^2

1.2 Situation: longitude 0°G et 1°40 est, latitude 6° et 11° degré nord

1.3 Population: 2 000 000 habitants

1.4 Principaux types climatiques et zones de végétation.

Climat guinéen au sud correspondant aux savanes arborées relativement denses avec quelques reliques forestières.

Climat soudanien au nord avec des formations de savanes arborées, arbustives, claires et des steppes.

Climat du type équatorial dans les montagnes avec des formations de forêts denses, sèches et des savanes arborées de montagne.

2. FORETS ET POLITIQUE NATIONALE FORESTIERE

2.1 Zone de forêt dense: 1 680 km^2 réparties en diverses zones montagneuses

2.2 Zone de savane 1/: 21 280 km^2

2.3 Pourcentage des terres couvertes par la forêt dense: 3 %
par la savane 1/ : 38 %

2.4 Existe-t-il une déclaration officielle établissant une politique nationale forestière? OUI

2.4.1 Si une telle politique existe, quels en sont les buts principaux?

Dans l'immédiat: régulariser l'approvisionnement en bois de chauffe et de service de quelques grands centres.

A court terme (10-15 ans): effectuer des plantations en essences à croissance rapide. Aménagement et mise en exploitation de certains blocs forestiers pour diminuer les importations.

A moyen et long terme: Approvisionnement par les plantations les industries de transformation utiles au pays.

2.4.2 S'il existe une déclaration officielle de politique forestière pour la zone de savane, veuillez en indiquer brièvement les points principaux.

La politique exprimée ci-dessus se réalise en 80% en zones de savanes bénéficiant d'une pluviométrie variant de 1 000 à 1 200 mm/an. Dans le nord du pays - savanes herbeuses et zones dénudées - une politique est en cours de recherche.

2.5 Existe-t-il une législation permettant la mise en oeuvre de la politique? OUI

1/ Voir page 279 (Bénin)

2.6 Régime de propriété des forêts et savane

430 000 ha officiellement classés dont la répartition en forêts denses et savanes n'est pas déterminée.

2.7 Principaux produits forestiers provenant de l'ensemble de la zone boisée (par exemple: bois de feu, charbon de bois, grumes de sciage, gomme, cire et miel d'abeille, grumes de placage, grumes pour traverses, poteaux, pieux et pilotis, bois à pâte)

Bois de chauffe, grumes de sciage, grumes pour traverses, poteaux, pieux, gomme, cire, miel d'abeille.

2.8 Personnel forestier

	de l'Etat	Divers
Cadres supérieurs (avec formation universitaire)	11	—
Cadres (possédant un diplôme ou un certificat moyen d'école professionnelle)	42	—

2.9 Budget annuel brut des forêts: — dollars E.U.

3. GENERALITES - BOISEMENT ET REBOISEMENT

3.1 Superficies

3.1.1 Surface totale nette 1/ des plantations à la fin de 1974: 5 500 ha

3.1.2 Surface nette 1/ des plantations dans les savanes à la fin de 1974: 4 500 ha

3.1.3 Plans de boisement/reboisement (superficie totale): 1 000 ha par an.

3.1.4 Plans de plantation en savane (superficie annuelle): 600 ha par an.

3.2 Organisation et administration des projets de plantation dans les savanes

3.2.1 Services forestiers d'Etat: 100 %

3.2.2 Divers (Précisez)

Les plantations forestières privées sont rares.

3.3 Principales utilisations finales auxquelles la plantation est destinée (par exemple, production de bois de scaige, de pieux et pilotis, de bois à pâte, de bois de feu, protection, etc.), essences, accroissement et révolution des principales plantations en savane.

Utilisation finale	Essence	Surface nette 1/ (ha)	Révolution (années)	Accroissement annuel moyen en fin de révolution (m^3/ha/an)
bois de feu	Eucalyptus	300	10 - 12 ans	—
bois de service	Teck			
production sciage	Terminalia	700	20 - 50 ans	—
bois de déroulage	Cedrela			

1/ Voir page 280 (Bénin)

4. TECHNIQUES DE PEPINIERES EN SAVANE

4.1 Types des pépinières et capacité de production

4.1.1 Quelle est la capacité de production totale annuelle des pépinières fixes existantes? 1 500 000 plants

4.1.2 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) de ces pépinières? 500 000 plants

4.1.3 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) des pépinières temporaires? 500 000 plants

4.2 Plants

4.2.1 Indiquez les types principaux de plants (plants à racine nue, stumps, plants en récipients, etc.), produits pour les essences de plantation en savane les plus importantes.

Espèces	Types de plants
Eucalyptus	Pots en polyéthylène
Teck	Stumps
Gmelina	Stumps
Cedrela	Stumps

4.2.2 Si des récipients sont utilisés, indiquez le type (pots ou tubes en polyéthylène, "jiffy pots", etc.) et précisez les dimensions (à plat pour le polyéthylène).

Les pots en polyéthylène sont utilisés: longueur 25 cm
diamètre 8 et 10 cm

4.2.3 Indiquez la hauteur moyenne des sujets repiqués en savane et le temps (en semaines) nécessaire pour la croissance des plants dans les pépinières.

Essences	Sujets à repiquer	Nombre de semaines en pépinières
Eucalyptus	2,5 à 5 cm	12 à 15
Cedrela Gmelina	5 à 10 cm	20 à 24

4.3 Méthodes de pépinières pour les plantations en savane

4.3.1 Décrivez brièvement les méthodes utilisées pour les semis dans les pépinières (semis en planche, repiquage, semis directs en pots, etc.).

Semis en chassis (plastic ou galvanise) de 2 000 cm^2.
Semis en planches; semis direct sur aire préparé (teck) pour production stumps.
Repiquage en pots polyéthylène et en planches.

4.3.2 Décrivez brièvement les mélanges de terre et les engrais utilisés (quantités).

Mélange composé de 50% de sable fluvial et 50% de terreau ou l'humus tamisé.

Engrais - néant

4.3.3 Décrivez brièvement les méthodes et le régime d'arrosage des pépinières (si du matériel d'irrigation est employé, précisez le type).

Arrosage fin assuré par pulvérisateur pour les semis en chassis.

Arrosage avec arrosoir (semis en planches).

4.3.4 Décrivez brièvement les méthodes habituelles de protection (contre les agents pathogènes, les insectes, les animaux, les éléments).

Pour les semis d'Eucalyptus, le mélange terreau-sable est stérilisé à vapeur sur plaque d'acier et tamisé.

5. TECHNIQUES DE PLANTATION FORESTIERE DANS LES SAVANES

5.1 Choix du terrain

5.1.1 Existe-t-il des cartes détaillées des types de végétation des zones de savane? NON

5.1.2 Existe-t-il des cartes détaillées des sols de savane et des résultats d'enquêtes pédologiques? OUI

5.2 Défrichement et préparation du terrain

5.2.1 Décrivez brièvement les principales méthodes de défrichement employées.

a) Défrichement manuel par l'élimination des espèces en sous-étage et la couverture herbacée suivie d'abattage et andainage des arbres autour des parcelles.

b) Défrichement mécanique au bulldozer (D6) avec ou sans andainage.

N.B. Sur certains chantiers les produits de défrichement (arbres) sont carbonisés.

5.2.2 Décrivez brièvement les techniques de préparation du sol après le défrichement.

Certains terrains à reboiser, défricher mécaniquement, sont labourés par la charrue lourde (Rome plough) traînée par le D6 et d'autres sont charrués par un tracteur (Massey-Ferguson) traînant une charrue à 3 disques. Quant aux terrains à plantation sur culture par les paysans, le système de culture traditionnelle est pratiqué.

5.3 Plantation et semis directs en savane

5.3.1 Des semis directs sont-ils fait en savane? NON

Si oui, précisez quelles essences sont employées. —

5.3.2 Indiquez les espacements les plus fréquemment adoptés pour les principales essences. —

5.3.3 Indiquez le nombre total d'hectares de savane plantés à ce jour en "taungya".

Environ 5 000 ha

5.4 Entretien des plantations en savane

5.4.1 Indiquez brièvement les méthodes et la fréquence du désherbage.

a) Entretien manuel total à la houe et à la machette deux fois par an dans les deux premières années que suivent la mise en place.

b) Entretien total mécanique deux fois par an au rotavator de certaines parcelles.

5.4.2 Si les plantations sont irriguées indiquez, pour chaque espèce, la surface irriguée, la fréquence et les quantités d'eau utilisées.

Pas de plantations forestières irriguées.

5.5 Protection des plantations en savane

5.5.1 Décrivez brièvement les méthodes de protection utilisées contre les insectes, les agents pathogènes et les animaux.

Aucune mesure de protection jusqu'à ce jour contre les insectes, les agents pathogènes et les animaux dans les plantations forestières.

5.5.2 Existe-t-il un système national d'évaluation des dangers des feux de forêts? NON

5.5.3 Des pare-feux et des tranchées garde-feux ont-ils été prévus au moment des plantations? OUI

5.5.4 Existe-t-il un système de brûlage contrôlé (brûlage obligatoire ou précoce) dans les plantations en savane? NON
au voisinage des plantations? OUI

6. AMELIORATIONS DES SEMENCES ET DES ESSENCES

6.1 Existe-t-il un centre national de coordination pour les graines forestières?
OUI

6.2 Existe-t-il un système national de certification des graines? OUI

6.3 Existe-t-il des aménagements permettant l'entreposage des semences à temperature contrôlée? OUI

6.4 Indiquez les sources les plus importantes d'approvisionnement en semences des principales essences plantées en savane.

Ghana, Nigeria, Venezuela, France, Costa-Rica, Australie et Togo.

6.5 Donnez la liste des essences ayant fait l'objet d'essais comparatifs en savane. Précisez entre parenthèses le nombre de provenances pour chaque essence.

Afzelia africana	Cedrela odorata	E. citirodora
Anogeissus leiocarpus	Ceiba pentandra	E. ferruginea
Anthocephalus cadamba	Cordia alliodora	E. grandis
Araucaria cunninghamii	Dalbergia sp.	E. microtheca
Azadirachta indica	Erythrophleum guineense	E. nesophila
Callitris intratropica	Eucalyptus alba	E. robusta
Calophyllum sp.	E. brassii	E. tereticornis
Casuarina equisetifolia	E. camaldulensis	E. torelliana

Khaya grandifoliola
K. senegalensis
Pterocarpus angolensis
Tectona grandis
Triplochiton scleroxylon

7. BIBLIOGRAPHIE

Donnez la liste des principales publications de votre pays sur les pépinières et de plantation en savane. —

Questionnaire pour les exposés par pays: ZAMBIE

1. GEOGRAPHIE - GENERALITES

1.1 Superficie du pays: 752 613 km^2

1.2 Situation: longitude 22° - 34°E, latitude 8° - 18°S

1.3 Population: 4,5 millions d'habitants

1.4 Principaux types climatiques et zones de végétation.

Savane tropicale

2. FORETS ET POLITIQUE NATIONALE FORESTIERE

2.1 Zone de forêt dense: — km^2

2.2 Zone de savane 1/: 600 000 km^2

2.3 Pourcentage des terres couvertes par la forêt dense: -- %
par la savane 1/: 80 %

2.4 Existe-t-il une déclaration officielle établissant une politique nationale forestière? OUI

2.4.1 Si une telle politique existe, quels en sont les but principaux?

a) protéger les zones forestières et les bassins-versants,
b) fournir des produits forestiers à l'industrie et à la population rurale,
c) effectuer des recherches sur les espèces indigènes et de plantation,
d) promouvoir la vulgarisation et fournir des conseils au public,
e) former du personnel.

2.4.2 S'il existe une déclaration officielle de politique forestière pour la zone de savane, veuillez en indiquer brièvement les points principaux.

Pas de politique distincte sauf 'le brûlage précoce'.

2.5 Existe-t-il une législation permettant la mise en oeuvre de la politique? OUI

2.6 Régime de propriété des forêts et savane

	Forêt dense	Savane
sous le contrôle de l'Etat	—	8.9 %
propriété privée	—	2.4 %
appartenant aux communes	—	88.7 %
propriété non déterminée	—	—

2.7 Principaux produits forestiers provenant de l'ensemble de la zone boisée (par exemple: bois de feu, charbon de bois, grumes de sciage, gomme, cire et miel d'abeille, grumes de placage, grumes pour traverses, poteaux, pieux et pilotis, bois à pâte).

Grumes de sciage, grumes pour traverses, poteaux, bois de feu, charbon de bois, cire et miel d'abeille.

1/ Voir page 279 (Bénin)

2.8 Personnel forestier

	de l'Etat	Divers
Cadres supérieurs (avec formation universitaire)	44	17
Cadres (possédant un diplôme ou un certificat moyen d'école professionnelle)	222	336

2.9 Budget annuel brut des forêts: 7 543 740 dollars E.U.

3. GENERALITES - BOISEMENT ET REBOISEMENT

3.1 Superficies

3.1.1 Surface totale nette 1/ des plantations à la fin de 1974: 24 900 ha

3.1.2 Surface nette 1/ des plantations dans les savanes à la fin de 1974: 24 900 ha

3.1.3 Plans de boisement/reboisement (superficie totale): 3 300 ha par an

3.1.4 Plans de plantation en savane (superficie annuelle): 3 300 ha par an

3.2 Organisation et administration des projets de plantation dans les savanes

3.2.1 Services forestiers d'Etat 99 %

3.2.2 Divers (Précisez):

Plan agricole

3.3 Principales utilisations finales auxquelles la plantation est destinée (par exemple, production de bois de sciage, de pieux et pilotis, de bois à pâte, de bois de feu, protection, etc.), essences, accroissement et révolution des principales plantations en savane.

Utilisation finale	Essence	Surface nette 1/ (ha)	Révolution (années)	Accroissement annuel moyen en fin de révolution (m3/ha/an)
grumes de sciage	_Pinus kesiya_	13 000	30	15
"	_P. oocarpa_	2 100	30	15
pilotis	_E. grandis_	6 000	8	12
"	_E. cloeziana_	1 900	10	11
"	Autres	1 900	varie	—

4. TECHNIQUES DE PEPINIERES EN SAVANE

4.1 Types des pépinières et capacité de production

4.1.1 Quelle est la capacité de production totale annuelle des pépinières fixes existantes? 4 million plants

1/ Voir page 280 (Bénin)

4.1.2 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) de ces pépinières? 3 million plants

4.1.3 Quelle est la production annuelle moyenne (calculée sur les trois dernières années) des pépinières temporaires? — plants

4.2 Plants

4.2.1 Indiquez les types principaux de plants (plants à racine nue, stumps, plants en récipients, etc.), produits pour les essences de plantation en savane les plus importantes.

Espèces	Types de plants
Pinus kesiya	Tubes en polyéthylène
P. oocarpa	"
E. cloeziana	"
E. grandis	"

4.2.2 Si des récipients sont utilisés, indiquez le type (pots ou tubes en polyéthylène, "jiffy pots", etc.) et précisez les dimensions (à plat pour le polyéthylène).

Tubes en polyéthylène noires 12 x 12 cm

4.2.3 Indiquez la hauteur moyenne des sujets repiqués en savane et le temps (en semaines) nécessaire pour la croissance des plants dans les pépinières.

Essences	Sujets à repiquer	Nombre de semaines en pépinières
Pins	20 cm	16
Eucalyptus	15 cm	8

4.3 Méthodes de pépinières pour les plantations en savane

4.3.1 Décrivez brièvement les méthodes utilisées pour les semis dans les pépinières (semis en planche, repiquage, semis directs en pots, etc.).

Pins: semis direct; eucalyptus: lits de germination et repiquage.

4.3.2 Décrivez brièvement les mélanges de terre et les engrais utilisés (quantités).

Sol arable provenant de forêts claires. Engrais utilisés: 'Welgro' ou 'Wuseal'.

4.3.3 Décrivez brièvement les méthodes et le régime d'arrosage des pépinières (si du matériel d'irrigation est employé, précisez le type).

Irrigation par pulvérisation au moyen de tuyaux perforés ou 'rainbirds'.

4.3.4 Décrivez brièvement les méthodes habituelles de protection (contre les agents pathogènes, les insectes, les animaux, les éléments).

Arrosage avec un fongicide (Zinèbe). Traitement de la terre des pots avec du bromure de méthyle. Arrosage des eucalyptus avec de l'aldrine pour les protéger des termites sur le terrain.

5. TECHNIQUES DE PLANTATION FORESTIERE DANS LES SAVANES

5.1 Choix du terrain

5.1.1 Existe-t-il des cartes détaillées des types de végétation des zones de savane? OUI

5.1.2 Existe-t-il des cartes détaillées des sols de savane et des résultats d'enquêtes pédologiques? NON

5.2 Défrichement et préparation du terrain

5.2.1 Décrivez brièvement les principales méthodes de défrichement employées.

Défrichage mécanique des zones étendues confié à des entreprises. Dessouchage manuel pour les petites zones rurales.

5.2.2 Décrivez brièvement les techniques de préparation du sol après le défrichement.

Labourage et hersage (herse à disques)

5.3 Plantation et semis directs en savane

5.3.1 Des semis directs sont-ils fait en savane? --

Si oui, précisez quelles essences sont employées. —

5.3.2 Indiquez les espacements les plus fréquemment adoptés pour les principales essences.

Pins et Eucalyptus: 1 000/ha

5.3.3 Indiquez le nombre total d'hectares de savane plantés à ce jour en "taungya". -- ha

5.4 Entretien des plantations en savane

5.4.1 Indiquez brièvement les méthodes et la fréquence du désherbage.

Hersage entre les rangées dans les deux sens. La première année 6 fois pour toutes les espèces; la deuxième année 2 fois pour les eucalyptus et 4 fois pour les pins; la troisième année 2 fois pour les pins.

5.4.2 Si les plantations sont irriguées indiquez, pour chaque espèce, la surface irriguée, la fréquence et les quantités d'eau utilisées.

Pas de plantations irriguées.

5.5 Protection des plantations en savane

5.5.1 Décrivez brièvement les méthodes de protection utilisées contre les insectes, les agents pathogènes et les animaux.

Pas dans les plantations

5.5.2 Existe-t-il un système national d'évaluation des dangers des feux de forêts? NON

5.5.3 Des pare-feux et des tranchées garde-feux ont-ils été prévus au moment des plantations? OUI

5.5.4 Existe-t-il un système de brûlage contrôlé (brûlage obligatoire ou précoce) dans les plantations en savane? OUI
au voisinage des plantations? OUI

6. AMELIORATIONS DES SEMENCES ET DES ESSENCES

6.1 Existe-t-il un centre national de coordination pour les graines forestières? OUI

6.2 Existe-t-il un système national de certification des graines? OUI

6.3 Existe-t-il des aménagements permettant l'entreposage des semences à température contrôlée? OUI

6.4 Indiquez les sources les plus importantes d'approvisionnement en semences des principales essences plantées en savane.

Semences locales provenant de peuplements choisis et de vergers à graines.

6.5 Donnez la liste des essences ayant fait l'objet d'essais comparatifs en savane. Précisez entre parenthèses le nombre de provenances pour chaque essence.

Tous les pins tropicaux ont été testés ainsi que tous les eucalyptus provenant de la côte orientale de l'Australie.

7. BIBLIOGRAPHIE

Donnez la liste des principales publications de votre pays sur les pépinières et de plantation en savane.

—

Annexe 4

SYLVICULTURE EN SAVANE EN REPUBLIQUE POPULAIRE DU CONGO

Zinga Kanza
Office Congolais des Forêts
Pointe-Noire, Congo

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

La République Populaire du Congo, située géographiquement en Afrique Centrale entre 11°9'41" et 18°40" est en longitude et entre 3°42'30" nord et 5° 2'3" sud en latitude s'étend sur une superficie de 342 000 km^2. La forêt y occupe une place de choix et couvre un peu plus de 60% de la superficie totale. Le reste du territoire est occupé par la savane, soit enviorn une superficie de 137 000 km^2 dans des régions relativement plates, sans relief accidenté.

On distingue généralement 3 sortes de savanes:

- les savanes nues
- les savanes arbustives et
  les galeries forestières

Grâce à ses conditions naturelles exceptionnelles, le sylviculteur en la République Populaire du Congo a été attiré pour des raisons économiques scientifiques à opérer largement en savane.

HISTORIQUE - BUTS

C'est à partir de 1950 que des essais furent entrepris pour l'afforestation des savanes congolaises.

Ces essais portèrent d'abord sur les essences locales. Ces premiers boisements furent associés aux cultures vivrières (maïs, arachides ...) utilisant principalement le LIMBA (Terminalia superba), le teck, le fromager (Ceiba pentandra), l'iroko (Chlorophora excelsa), le Cassia siamea.

Ensuite, des études et des recherches concernèrent principalement l'introduction, l'acclimatation et la sylviculture des essences exotiques à croissance rapide, telles qu'en 1953 les Eucalyptus (Eucalyptus saligna, E. robusta, E. alba, E. paniculata, E. camaldulensis, E. 12 ABL et E. tereticornis ...) et vers 1959 les Pins (Pinus caribaea, et P. oocarpa).

Ces opérations de boisement furent lancées simultanément dans des Stations de recherches forestières à Loandjili (Pointe-Noire) et à Loudima (Bouenza) d'abord et ensuite au Km 45 (Brazzaville) et à Malolo (Niari).

A l'origine les buts poursuivis ont été:

- approvisionner en bois de service et de chauffe les populations habitant les grands centres urbains de Pointe-Noire, Loubomo (Dolisie) et Nkayi (Jacob);
- approvisionner en bois de chauffe le chemin de fer Congo-Océan (CFCO) équipé de traction à vapeur (avant son équipement complet en traction diesel);
- assurer la fourniture de matière première ligneuse à une éventuelle industrie de la pâte à papier.

CONDITIONS ECOLOGIQUES DES BOISEMENTS

Sols et végétation

Les essais portèrent sur trois types de savanes:

- Les savanes côtières de la région du Kouilou, sablonneuses aux sols pauvres, très filtrants et profonds couvertes de graminées courtes et à Annona arenaria. Ces sables contiennent 5 à 8% d'argile.

- Les savanes argileuses de la vallée du Niari et de la Bouenza, arbustives (à Hymenocardia acida, Annona arenaria, Bridelia ferruginea, Nauclea esculenta) sont parcourues par des galeries forestières. Les sols sont des argiles de décalcification assez pauvres en bases échangeables et un peu acide (PH: 4,7 à 5). La structure en est convenable dès le départ.

- Les savanes sableuses du Pool et de la région des plateaux Batékés pauvrement arbustives et ponctuées de galeries forestières dégradées. Les sols sont des sables pauvres contenant un peu de matière organique, sols filtrants.

Climat

Le climat est un climat tropical caractérisé par un volume de précipitations très modéré (de 1 200 à 1 700 mm d'eau), par une forte irrégularité interannuelle de ces précipitations et une hygrométrie élevée ne subissant pas de variations sensibles au cours de l'année.

La saison des pluies se situe d'octobre à mai, entre coupée d'une petite saison sèche d'un mois placée entre le 15 décembre et le 1er mars.

La saison sèche est bien marquée de quatre mois, de juin à septembre. A cette époque il ne pleut pas.

La température moyenne annuelle varie entre 24°C et 26°C (24°9C en 1973 à Pointe-Noire).

Tableau des données climatiques

1973	LOUDIMA	LOANDJILI (POINTE-NOIRE)	KM ROUGE (BRAZZAVILLE)
Latitude	4°1	4°45	4°49
Altitude	150 m	80 m	700 m
Pluviométrie annuelle totale	1 150 mm	1 318 mm	1 513 mm
Nombre de jours de pluie	96	123	120
Température maximum moyenne du mois le plus chaud	27°0 avril	26°9 mars	26°4 mars
Température minimum moyenne du mois le plus froid	22° juillet	21°7 juillet	21°6 juillet

Relief

Le relief est sensiblement plat dans les trois types de savanes abritant les stations forestières.

- Loandjili: savane côtière à 100 m d'altitude
- Loudima : savane de la vallée du Niari à 150 m d'altitude, et
- KM Rouge : savane des plateaux Batékés à 700 m d'altitude.

METHODES SYLVICOLES EMPLOYEES POUR LES EUCALYPTUS

Espèces d'Eucalyptus utilisées pour les boisements de savane

Eucalyptus 12 ABL. Il s'agit en fait d'une provenance particulièrement belle d'Eucalyptus tereticornis introduite à partir des graines de Madagascar (1956). Cette espèce couvre plus de 3 500 hectares à Loudima. Sa croissance est satisfaisante sur l'ensemble des stations. Cet eucalyptus résiste bien au feu après exploitation; 99% des souches rejettent. Le principal inconvénient de l'Eucalyptus 12 ABL est de ne pas protéger le sol, d'être sensible à la concurrence.

Eucalyptus platyphylla F1. C'est un hybride dont la mère avait été introduite en 1957 au Congo sous le nom d'Eucalyptus platyphylla de Java; mais, par contre, il semblerait que la mère, elle-même, soit un hybride d'Ecualyptus urophylla et Eucalyptus alba. Le père serait un Eucalyptus apparenté à l'Eucalyptus urophylla introduit sous le nom d'Eucalyptus kirtoniana. Cette espèce offre des rendements plus élevés que l'espèce précédente; 100% des souches rejettent.

Eucalyptus saligna. Il fut introduit très tôt à Loandjili en 1953 avec des provenances d'Afrique du sud, Madagascar et Brésil. Mais, il s'est révélé inadapté aux conditions écologiques côtières du Congo. On assiste à des éclatements d'écorce, de la gommose qui aboutissent à la mort de l'arbre dans la plupart des cas.

Eucalyptus deglupta. Cette espèce pousse particulièrement bien sur les sols argileux, lourds et humides de Loudima, mais semblent inadaptée aux savanes sableuses.

Autres eucalyptus. Eucalyptus urophylla, E. tereticornis, E. cloeziana, E. grandis, E. citriodora, E. camaldulensis et E. alba.

E. urophylla, E. tereticornis, E. saligna et E. alba sont actuellement employés pour la fabrication d'hybrides. L'hybride saligna 12 ABL s'est révélé très prometteur et à rendement intéressant.

Une des espèces les plus intéressantes pour le Congo semble être l'Eucalyptus urophylla. Un essai portant sur un nombre réduit de provenances montre qu'à 2 ans et demi à Pointe-Noire et 1 an à Loudima leur croissance moyenne semble plus forte que celle de l'Eucalyptus platyphylla F1 (provenances de Timor portugais et des îles de la Sonde).

Pépinières

Semis

Les graines d'Eucalyptus, fines, sont mélangées au sable fin avant les semis afin d'éviter qu'elles s'envolent avec le vent. Elles sont semées à la volée dans des germoirs irrigués au début du mois de septembre.

Les germoirs dans les stations sablonneuses sont des caisses à double parois de 300 x 70 cm dont l'espace entre les deux parois constitue le canal d'irrigation.

Le sol des germoirs est un mélange de terre noire et de sable dans les proportions 2/3 et 1/3 (200 litres et 100 litres). On saupoudre 25 gr de dielpoudre ou adripoudre par germoir afin de purifier le sol contre les insectes.

Les germoirs sont couverts au début du semis avec des ombrières et sont irrigués. L'arrosage commence aussitôt après le semis par un système d'irrigation sur le bord des germoirs maintenant l'humidité en profondeur d'une part et d'autre part, par un système d'arrosage indirect au moyen d'un jet fin. La levée des plants a lieu 8 jours environ après le semis.

Le sarclage des germoirs doit être soigneusement effectué à la main.

Repiquage

Quatre semaines après le semis, vers fin septembre - début octobre, les plants ayant alors une taille d'environ 5 cm sont repiqués à racines nues dans des pots en polyéthylène de dimensions moyennes 17 x 21 cm. Ces pots sont remplis d'un mélange tamisé de terre noire et de sable dans les mêmes proportions que le sol des germoirs auquel on a ajouté 0,800 kg de scories Thomas par m^3 de façon à leur assurer un bon départ.

Les plants repiqués sont placés sur l'aire de stockage par planche de 1 000 plants. Le dosage du couvert, de l'arrosage et du sarclage doit être suivi minutieusement jusqu'à la plantation au début du mois de novembre, juste au commencement de la saison des pluies. Un minimum de couvert d'une semaine est souhaitable.

Préparation du terrain

Dessouchage

Le dessouchage est mécanique dans les savanes arbustives et argileuses du Niari (Malolo) et de la Bouenza (Loudima), tandis qu'il est manuel dans les savanes sablonneuses de la côte (Loandjili) et du Plateau Batéké (Km Rouge).

Le dessouchage mécanique est effectué par deux tracteurs à chenilles de 70 CV reliés par une vieille chaîne (chaîne à chenilles) qui progressent simultanément à la même vitesse, ravageant tous les arbustes sur le passage.

Ce travail a lieu pendant la saison de pluies de décembre à mai de l'année précédant la plantation.

Les arbustes dessouchés sont ensuite mis en tas.

Destruction de l'herbe

La destruction de l'herbe a lieu juste avant la saison sèche au mois de mai. On utilise un rail attelé, soit un tracteur à roues (80 CV) soit à un chenillard. Ce rail couche entièrement l'herbe sur son passage. La destruction de l'herbe est réalisée par 2 passages successifs et en sens inverse du tracteur.

Brûlage

L'herbe couchée sèche rapidement. On procède ensuite au brûlage des tas et des herbes sur toute l'étendue à travailler.

Ouverture du terrain

Deux méthodes peuvent être employées pour ouvrir le sol:

- Labor à la charrue suivi d'un pulvérisage émottant le sol avec un pulvériseur à disques.
- Crochetage (au Crop Master ou Cover Crop) suivi d'un pulvériseur à disques.

Plantation et aménagement

Piquetage-Trouaison

Le terrain ainsi travaillé est quadrillé en de petits carrés de 50 x 50 m. Ensuite intervient le piquetage à écartement soit de 2,50 x 2,50 m soit de 3,12 x 3,12 m. (Avec le matériel lourd qu'on a tendance à utiliser de plus en plus, l'écartement 3,12 x 3,12 est mieux adapté).

La trouaison suit aussitôt le piquetage. Elle est effectuée à la pelle demi-ronde. Le trou a un diamètre de 20 cm et une profondeur de 20 cm environ. La trouaison doit être terminée au plus tard au mois d'octobre.

Mise en place des plants

Au mois d'octobre, un mois avant la plantation, on dispose 150 grammes d'engrais (complet 10.10.20 ou de la potasse) dans chaque trou sur les terres sableuses. L'emploi d'engrais est inutile dans la Bouenza et le Niari.

La mise en place des plants commence toujours dès le début du mois de novembre.

Les plants sont fortement arrosés en pépinière, et les pots en polyéthylène déchirés avant leur mise en place. Les plants atteignent alors 10 à 25 cm de taille.

Le taux de reprise de plantation est de l'ordre de 98%. Les remplacements sont inutiles.

Protection

On lutte contre les termites par un poudrage des trous avant la plantation au Dieldrex à 4% ou au Phytosol.

On lutte contre les grillons coupe-tige dans les plantations par une pose d'appâts empoisonnés (mélange de farine et de son dans les proportions 1/3 et 2/3 préparé avec la Dieldrine CE 20).

Entretiens

Après la plantation, des entretiens sont effectués. D'abord les entretiens sont mécanisés et effectués par une déchaumeuse ou un rotavator - trois à quatre fois au moins pendant la première année suivant la plantation. Une à deux fois la deuxième année. Un sarclage manuel à la pelle ou à la houe autour du plant parfait l'entretien après chaque passage à la déchaumeuse.

Lutte contre le feu

Traditionnellement les feux de brousse envahissent les savanes vers le mois de juin. Ils sont plus précoces dans les savanes sableuses que dans les savanes argileuses.

La lutte contre le feu de brousse se traduit par un morcellement des parcelles dont la taille est de 25 ha (500 x 500 m) séparées par des routes pare-feux de 10 m de large. Les pare-feux sont régulièrement entretenus et principalement avant l'approche de la saison sèche aux mois de mai et juin. Les pare-feux nus périphiques autour des stations sont aussi par la même occasion entretenus. On procède après passage du rail, au brûlage précoce et contrôlé des pare-feux nus avant l'approche des feux de brousse traditionnels.

Exploitation - Rotation

L'Eucalyptus est exploité à 4 ou 6 ans. La première rotation correspond à la futaie puisque les plants sont issus de graines. La durée de la révolution est de l'ordre de 7 à 10 ans à Loandjili et de 5 à 7 ans à Loudima. La première exploitation est suivie en principe de deux exploitations en taillis.

Données financières

Le prix de revient moyen d'un hectare d'Eucalyptus était évalué à environ 95 000 francs CFA en 1973.

Résultats et perspectives d'avenir

Résultats

Les extensions d'Eucalyptus en savane couvrent en République Populaire du Congo une superficie de près de 5 200 hectares dont les essences dominantes sont les hybrides Eucalyptus 12 ABL et l'Eucalyptus platyphylla (PF1).

La croissance en volume est de l'ordre de 20 m^3/ha/an à Loandjili, Pointe-Noire, et de 35 m^3/ha/an à Loudima pour une espèce à haut rendement (Eucalyptus PF1). La croissance moyenne annuelle en hauteur est de l'ordre de 3,60 m à Pointe-Noire et de 4,60 m à Loudima. La croissance annuelle sur la circonférence est de 7,5 cm à Pointe-Noire et de 9 cm à Loudima.

Mais, les premiers essais de bouturage installés depuis 1973 sur le terrain à la station de recherches forestières de Loandjili, - Pointe-Noire, sont particulièrement encourageants.

Perspectives d'avenir

Ce bouturage herbacé devra permettre une productivité très supérieure des peuplements en jouant à la fois sur l'intensité de sélection des arbres (+) à reproduire et sur l'homogénéité du peuplement. Aussi, pense-t-on qu'à partir d'une sylviculture fine, adaptée non plus à l'espèce mais au clône, pouvoir arriver à reproduire 40 m^3/ha/an à Loandjili, Pointe-Noire, et à 50 m^3/ha/an à Loudima.

Projet pâte à papier

Création d'un complexe produisant annuellement 250 000 tonnes de pâte "KRAFT" blanchie. Ce complexe sera alimenté par la matière première ligneuse composée d'un mélange d'Eucalyptus et de Pin.

Les plantations destinées à alimenter le complexe concereront la mise en place de 27 500 hectares d'Eucalyptus à raison de 5 500 hectares par an et 22 000 hectares de pins avec une campagne annuelle de 2 200 hectares.

Projet charbon de bois

Le projet consistera en l'exploitation de 650 hectares environ d'Eucalyptus par an pour la fabrication de 10 000 tonnes de charbon de bois destiné à l'exportation.

METHODES SYLVICOLES EMPLOYEES POUR LES PINS

Espèces de pins utilisées

Pinus caribaea et P. oocarpa ont été introduites au Congo en 1958 après les eucalyptus. Elles donnent entière satisfaction et se sont adaptées aux conditions écologiques locales. Autres espèces essayées: Pinus kesiya, Pinus merkusii, Pinus hondurensis.

Pépinières

Semis

Les germoirs sont préparés dès le début du mois de mai. Ce sont des caisses de 3,00 x 0,70 m remplies de mélange de terre noire et de sable dans les proportions de ½ - ½ avec engrais. Les graines sont semées dans des germoirs entre le 15 mai et fin juin, en ligne, à l'aide d'une planche à écrous déterminant l'allignement et l'ecartement des graines (1 x 1 cm). Après le semis, les germoirs sont recouverts d'une couche d'aiguilles de pins hachées. Ils ne sont ni couverts, ni irrigués, mais arrosés fréquemment. Le sarclage doit être bien suivi.

Repiquage

La levée a lieu une semaine après environ. Six semaines après les semis, les plants ayant alors une taille d'environ 1 cm sont repiqués dans des pots en polyéthylène remplis d'un mélange de sable et de terre noire mycorhizée avec la terre retirée des vieilles plantations de pin. L'emploi de l'engrais complet 10.10.20 est obligatoire lors du repiquage.

Lors du repiquage, on prend soin de maintenir le pivot vertical en l'entourant au préalable d'une boulette de boue liquide. Ensuite, le dosage du couvert, de l'arrosage et du sarclage doit être suivi minutieusement.

Préparation du terrain

Idem que pour la sylviculture des Eucalyptus.

Plantation et aménagement

Plantation

Idem que pour la sylviculture des Eucalyptus.

Entretiens

C'est la même technique que celle utilisée pour les Eucalyptus. La première année, les entretiens mécanisés et manuels sont effectués 3 à 4 fois mais cependant il sera nécessaire d'effectuer 2 à 3 nouveaux entretiens au cours de la deuxième année suivant la plantation, deux entretiens la troisième année et un entretien la quatrième année.

Lutte contre le feu

La lutte contre le feu de brousse se traduit aussi ici par un morcellement de petites parcelles de 6,25 hectares. Les parcelles groupées par quatre (soit 25 hectares), sont séparées entre elles par une route pare-feu nu de 10 m de large. La séparation entre des groupes de parcelles de 25 hectares est constituée par un pare-feu périférique boisé en Eucalyptus torelliana, en général.

Conduite du peuplement: Elagage - éclaircie

On peut envisager deux utilisations possibles pour les Pins tropicaux: soit la transformation du bois en pâte à papier, soit la transormation en sciage. Dans le premier cas, il ne saurait être question d'intervenir en éclaircie. Dans le second cas, après une plantation à écartement de 2,5m x 2,5m ou 3,12 x 3,12m, il faudrait absolument intervenir en éclaircies à l'âge de 4 ou 5 ans.

Dans les deux cas, l'élagage à la scie à bûche est obligatoire lorsque les peuplements atteignent 4 ou 5 ans.

Pour la production de bois à pâte, la révolution serait de l'ordre de 10 à 11 ans tandis qu'elle serait de 20 à 25 ans pour la production de bois de sciage.

Résultats et perspectives d'avenir

Résultats

Les plantations de pins couvrent déjà une superficie de près de 2 600 hectares en République Populaire du Congo. La production est de l'ordre de 8 à 10 m^3/ha/an à Pointe-Noire et de 15 à 20 m^3/ha/an à Loudima pour les pins tropicaux de bonne adaptation et à croissance rapide.

Perspectives d'avenir

Les programmes d'amélioration génétique et les vergers à graines testés à partir de 1975 devront permettre d'augmenter la production de ces espèces.

Il est inscrit au Plan de Développement de la République Populaire du Congo un programme de boisement industriel des savanes en Pins et Eucalyptus pouvant alimenter une usine d'une capacité annuelle de 250 000 tonnes. Les superficies à boiser en pin sont de l'ordre de 22 000 hectares au rythme annuel de 2 200 hectares.

Enfin, il va être procédé actuellement à des plantations d'Araucaria hunsteinii et A. cunninghamii dont les essais se sont révelés prometteurs et qui doivent donner du bois d'oeuvre de qualité en région de savane.

Tableau 1

O.C.F. - SUPERFICIES DE BOISEMENTS EN SAVANE (Pins et Eucalyptus)

Année de plantation	Loandjili-P/Noire		Loudima (Bouenza)		Malolo (Niari)		KM R (B/ville)	
	Pin	Euc.	Pin	Euc.	Pin	Euc.	Pin	Euc.
1954-55	-	1,04						
1955-56	-	-	10,00	10,00				
1956-57	-	25,90						
1957-58	-	93,20						
1958-59	3,50	.150,10						
1959-60	1,00	170,92						
1960-61	16,00	261,00						
1961-62	-	66,80	1,00	5,00				
1962-63	1,20	18,00	3,00	17,00				
1963-64	4,80	30,44	7,00	13,00			0,20	0,60
1964-65	2,10	30,30	25,00	86,00			3,05	0,37
1965-66	5,40	32,20	22,00	838,00			7,99	1,42
1966-67	17,50	35,10	16,00	396,00			5,63	1,80
1967-68	14,80	26,50	50,00	572,00			0,79	4,60
1968-69	7,90	33,40	50,00	512,00	50,00	8,00	17,91	1,17
1969-70	46,70	20,80	206,00	493,00	100,00	16,00	75,50	1,40
1970-71	57,00	77,60	182,00	900,00	100,00	14,00	51,60	3,00
1971-72	37,00	29,00	740,00	43,00	75,00	-	56,00	1,00
1972-73	10,88	4,53	13,60	7,40	-	-	3,00	-
1973-74	10,00	10,00	10,00	-	-	-	5,00	-
1974-75	4,57	18,43	50,00	12,00	-	25,00	5,60	3,00
1975-76	10,76	47,62	419,78	16,50	-	-	38,56	13,54
	251,11	1,200,66	1,805,38	3,923,90	325,00	63,00	270,83	31,00
Total/Station	1,451,00	77,00	5,736,00	28,00	388,00	00,00	302,00	73,00

Total hectares en Pin: 2,652,32
" " " Eucalyptus: 5,226,46
" " " savane: 7,878,78

Annexe 5

SYLVICULTURE EN SAVANE AU GHANA

Yawo Komla
Département des Forêts
Bolgatanga, Ghana

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

Le Ghana situé entre 1° est et 3° ouest de longitude et 5 et 11° nord de latitude, a une superficie de 238,539 km². Sa population est estimée à 10 millions d'habitants.

Le climat est de type tropical humide dans la partie méridionale qui reçoit les plus fortes précipitations, et sec au Nord.

Il existe quatre zones principales de végétation. A la plaine côtière occupée par la mangrove, fait suite une étroite bande de brousse suivie de la forêt dense, puis de la savane. La forêt dense s'étend sur environ 82 258 km², soit 34,48 pour cent de la superficie totale du pays, alors que la savane couvre 150 497 km² (63,09 pour cent); la plaine côtière, la mangrove et la brousse occupant les 2,43 pour cent restants.

La politique nationale forestière qui fait l'objet d'un document, vise essentiellement à créer des ressources suffisantes en forêts permanentes par la mise en réserve afin d'améliorer directement ou indirectement le bien-être de la population du Ghana et aménager ces ressources par des méthodes qui permettent de réaliser de manière soutenue le maximum, aussi bien du point de vue de la productivité que de la qualité. Entre autres objectifs, la politique forestière comprend la recherche dans tous les domaines de la foresterie scientifique et plus particulièrement en matière de sylviculture, d'écologie et d'utilisation; la formation du personnel cadre et de terrain et l'apport de conseils techniques au secteur forestier privé.

Afin de mettre en oeuvre avec succès la politique forestière, un décret en la matière a été passé le 30 mars 1927, suivi en 1949 d'un décret concernant les arbres et le bois. En vertu des pouvoirs qui ont été délégués au Gouverneur, auquel a succédé le Président de la République, un certain nombre de règlements ont été établis et plusieurs lois ont aussi été promulguées. Parmi ces règlements, il faut citer "the Forests Regulations, 1958" (travaux sylvicoles), "the Trees and Timber Property Marks Regulations, 1950", "the Trees and Timber Regulations, 1958" (contrôle de l'abattage), "the Trees and Timber Regulations, 1958" (dendrométrie), "the Trees and Timber Regulations, 1960" (contrôle de la mensuration), "the Trees and Timber Regulations, 1961" (contrôle des exportations de grumes). Les lois promulguées dans le cadre du décret forestier afin de mettre en oeuvre la politique forestière comprennent - pour n'en mentionner que quelques-unes - "the Protected Timber Lands Act, 1959", "the Forest Offences Act, 1959 (paiement d'amendes), "the Forest Improvement Fund Act, 1960".

Au Ghana, la plus grande partie des terres (forêt dense ou savane) est placé sous la tutelle du Gouvernement pour le compte des chefs tribaux et de la population. La proportion des terres relevant exclusivement du domaine public est extrêmement faible.

Les principaux produits forestiers provenant de la région de la forêt dense sont les suivants: bois de sciage, bois de placage, traverses, charbon de bois, poteaux et bois d'exportation; la région de la savane produit des poteaux, du charbon de bois et de la gomme.

PERSONNEL

Il existe au Ghana une école forestière qui forme des techniciens qui sont essentiellement des fonctionnaires de terrain. Dans le passé, le nombre des étudiants inscrits était peu élevé mais récemment, avec la mise en oeuvre du plan de reboisement, les inscriptions ont sensiblement augmenté.

Le nombre de techniciens actuellement en service s'élève à 500. Le nombre de fonctionnaires cadres en service ne s'élève qu'à 22 car la plupart de ces cadres se sont dirigés vers les institutions pédagogiques, les instituts de recherche et l'industrie.

Le budget annuel brut attribué aux forêts pour l'exercice financier 1975/76 s'est élevé à 7,501,774 dollars E.U. Ce montant couvre les dépenses courantes, les dépenses de reboisement (développement) et les dépenses pour l'amélioration des forêts.

BOISEMENT ET REBOISEMENT

Par suite de l'exploitation massive de bois provenant de la forêt dense et de la demande croissante de bois et de produits dérivés dans les régions de savane, il a été décidé en 1972 de planter certaines zones aussi bien dans la forêt dense que dans la savane. Jusqu'à la fin de 1974, la superficie totale des plantations dans l'ensemble du pays s'élevait à 23 208 hectares, dont 3 330,8 hectares en savane. La superficie qu'on se propose de boiser et reboiser chaque année est de 7,328 hectares, dont 2,176 en savane. Les programmes de boisement et de reboisement sont placés sous le contrôle de l'Etat; les organisations forestières privées n'existant pratiquement pas au Ghana.

Les essences actuellement plantées dans la région de la savane comprennent le teck (Tectona grandis), l'acajou (Khaya senegalensis), le Gmelina arborea, l'Anogeissus leiocarpus, le neem (Azadirachta indica) et le Dalbergia sissoo, essence exotique. Le taux de croissance varie suivant les essences et les zones de la savane. Dans les régions où la savane borde la forêt dense, où les précipitations et les sols sont propices et dans lesquelles le teck représente la principale essence plantée, on cherche principalement à produire du bois de sciage. Dans les régions où le sol et les précipitations sont moins favorables, teck, Anogeissus, neem et Dalbergia sont essentiellement cultivées pour obtenir des poteaux et du bois de feu. Le Gmelina est cultivé pour la production de la pâte; pour la plupart des essences aucune rotation n'a été fixée. On estime toutefois que 60 à 70 ans doivent s'écouler pour que le teck atteigne des dimensions permettant son exploitation. Les essences cultivées essentiellement pour la production de bois de feu et de poteaux sont exploitables en 10 à 15 ans.

Méthode des pépinières de savane

Le choix des emplacements pour créer des pépinières permanentes dans la zone de la savane dépend essentiellement des ressources en eau. Dans le passé, des puits profonds ont été forés et l'eau qui en provenait était utilisée à l'arrosage des plants. Ces dernières années, toutefois, on a attaché plus d'importance aux pépinières irriguées. Celles-ci sont situées près des barrages dont l'eau est amenée aux plants au moyen de canalisation qui passent au travers des ouvrages en terre du barrage ou par pompage.

Les pépinières permanentes de la savane ont un potentiel total annuel de production voisin de 3 millions de plants.

Il est toutefois difficile de connaître les chiffres se rapportant à la production annuelle actuelle car les registres ne sont pas à jour. Les types de plants varient suivant les essences. Le teck et l'Anogeissus sont rabattus avant d'être plantés. Le Khaya et le neem sont plantés sous forme de jeunes plants ou de plants en pots. Ces dernières années la plupart des plants sont cultivés dans des sacs de polyéthylène qui mesurent 5" x 7" soit environ 13 cm x 18 cm. Les plants sont normalement transplantés dès qu'ils ont atteint une hauteur moyenne de 30 à 45 cm, ce qui demande de 24 à 30 semaines.

Les méthodes utilisées dans les pépinières de la savane sont les suivantes:

a) semis à la volée dans des germoirs

b) semis sur couche (graine par graine ou en ligne)

c) semis direct dans des récipients (sacs de polyéthylène).

Les graines qui sont semées à la volée dans les germoirs sont celles de teck, de neem et d'acajou. Le repiquage est effectué dès que la germination commence. Ces essences peuvent aussi être semées en couche ou semées directement dans des récipients. Les essences dont la graine est petite comme l'Anogeissus sont semées en ligne et éclaircies dès que la germination est achevée. Les graines, que le semis ait été effectué à la volée dans les germoirs ou dans des récipients, sont arrosées abondamment deux fois par jour, tôt le matin et tard dans la soirée. L'arrosage se poursuit après la germination et faute de pluies jusqu'à ce que les plants aient atteint une hauteur suffisante pour être transplantés. Aucun arrosage direct n'est effectué dans les pépinières irriguées.

Pour protéger les jeunes plants de la chaleur du soleil, il faut de l'ombre qui est fournie par des nattes végétales montées sur des pieux.

Les pépinières situées dans les zones de la savane sont souvent endommagées par les animaux domestiques; en conséquence, des clôtures de fil de fer barbelé sont installées pour éloigner les animaux. Il n'y a pas eu beaucoup de plaintes concernant les infestations par des insectes. Les infestations de termites qui ont été signalées ont été traitées avec de l'Aldrex 40.

Techniques pour l'établissement des plantations dans la savane

Dans la zone de la savane les herbes brûlent invariablement pendant la saison sèche. Dans bien des cas le brûlage est complet et les quelques arbres qui restent sont rabattus. Après cette opération, on utilise une charrue à deux disques pour faire des sillons dans lesquels les jeunes arbres sont plantés. L'espacement habituellement observé est d'environ 1 m sur 2 ou 2 m sur 3. On pratique peu de semis directs.

On n'a enregistré aucune infestation importante par des insectes dans les plantations de la savane. Les incendies de forêt constituent toutefois une menace sérieuse car plusieurs plantations sont touchées chaque année. On suppose que la plupart des incendies déclarés dans les plantaions sont provoqués délibérément car des dispositions sont toujours prises au début de la saison sèche pour les prévenir. A cette fin, certaines des mesures employées comportent l'entretien de pare-feux intérieurs et extérieurs et le brûlage précoce qui doit être effeotué au pourtour des plantations.

Au plus fort de la saison sèche, des patrouilles anti-incendies sont organisées 24 heures sur 24. Les gardes forestiers et les travailleurs sont détachés pour surveiller les incendies, les détecter et les circonscrire pendant qu'ils peuvent encore être maîtrisés. Ces patrouilles ont souvent été très efficaces et dans un cas particulier on n'a signalé aucun incendie dans la plantation depuis 10 ans.

No: 11269

$$\frac{353+13}{366}$$